

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра технічної кібернетики

«На правах рукопису»
УДК 004.043

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ І.Р. Пархомей
(підпис)

“ ” _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»

на тему: Система розпізнавання писемних символів за допомогою
нейронної мережі

Виконав: студент другого курсу, групи ІТ-74мп
(шифр групи)

_____ Соколенко Дмитро Геннадійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник доцент, к.т.н., доцент Корнага Я.І. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра технічної кібернетики

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ І.Р. Пархомей

(підпис)

«__» _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Соколенку Дмитру Геннадійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Система розпізнавання писемних символів за допомогою нейронної мережі», _____

науковий керівник дисертації доцент, к.т.н., доцент Корнага Я.І., _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» _____ 2018 р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження – процес автоматизованого управління обробки зображень.

4. Предмет дослідження – моделі та методи інформаційних технологій для обробки зображень.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити – аналіз проблеми та існуючих рішень; аналіз і реалізація методу; розробка додатку; дослідження ефективності розробленого додатку.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу – три плакати та три креслення

7. Орієнтовний перелік публікацій – одна публікація

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз предметної області	13.09.2018 р.	
2	Постановка задачі	15.09.2018 р.	
3	Аналіз інформаційного забезпечення	20.09.2018 р.	
5	Аналіз алгоритмічного забезпечення	25.09.2018 р.	
6	Розробка алгоритмічного забезпечення	15.10.2018 р.	
7	Розробка програмного забезпечення	01.11.2018 р.	
8	Маркетинговий аналіз стартап-проекту	10.11.2018 р.	
9	Висновки	15.11.2018 р.	

Студент

(підпис)

Соколенко Д.Г.
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Корнага Я.І.
(ініціали, прізвище)

АНОТАЦІЯ

У роботі розглянуто проблему в області автоматизованого розпізнавання писемних символів на зображенні, показано основні особливості існуючих рішень та додатків, їх переваги та недоліки.

Для перенесення писемного тексту з будь-якого паперу на електронний пристрій розроблена нейронна мережа з розпізнавання писемних символів на зображенні. Дана система дозволяє зекономити час на перенесення тексту і може бути використані у сферах перекладу тексту з однієї мови на іншу.

Визначено завдання для системи розпізнавання писемних символів на зображенні за допомогою нейронної мережі та відібрано нейронну мережу та спосіб навчання, які найбільш підходять для даної задачі. Описано структуру нейронної мережі та проведено експерименти по навчанню та її роботі.

Ключові слова: нейронна мережа, розпізнавання писемних символів, навчання, зображення, алгоритм.

Розмір пояснювальної записки – 80 аркушів, містить 22 ілюстрації, 24 таблиць, 6 додатків.

ABSTRACT

The paper considers the problem in the field of automated text recognition, shows the main features of existing solutions and applications, their advantages and disadvantages.

For transferring text from paper to electronic device was created neural network for text recognition on the image. This system allow us to reduce time spending on transferring text and it can be used for text translation from one language to another.

This system provides for the automatic search and removal of moving objects without the use of hard programs on personal computers. It reduces the time and effort required to achieve the goal of removing moving objects from a photo.

Keywords: neural network, text recognition, learning, image, algorithm.

Explanatory note size – 80 pages, contains 22 illustrations, 24 tables, 6 applications.

**Пояснювальна записка
до магістерської дисертації**

на тему: *Система розпізнавання писемних символів за допомогою
нейронної мережі*

Київ – 2018 року

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	13
1.1 Об’єкт та предмет дослідження	13
1.2 Огляд існуючих рішень.....	14
1.3 Постановка задачі	16
Висновки по розділу	17
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	19
2.1 Нейронна мережа.....	19
2.1.1 Визначення нейронної мережі та структура.....	19
2.1.2 Популярні типи нейронних мереж.....	20
2.1.3 Вибір типу нейронної мережі в розпізнаванні писемних символів	24
2.1.4 Алгоритм роботи згорткової нейронної мережі	25
2.1.5 Процес навчання нейронної мережі	28
2.2 Мова програмування	31
2.2.1 Мова програмування Python.....	31
2.2.2 Мова програмування C#	33

2.2.3 Мова програмування Java	35
2.2.4 Мова програмування C++	37
2.3 Засіб збереження даних.....	38
2.3.1 Порівняння реляційної моделі бази даних з нереляційною	38
2.3.2 База даних Oracle Database	39
2.3.3 База даних MS SQL Database.....	41
2.3.4 База даних MySQL.....	42
2.3.5 База даних PostgreSQL	43
2.3.6 Мова запитів SQL	44
2.3.7 Вибір бази даних.....	44
2.4 Середина розробки додатку	44
2.4.1 Середина розробки Visual Studio.....	45
2.4.2 Середина розробки IntelliJ IDEA.....	46
2.4.3 Середина розробки Sublime Text.....	47
2.4.4 Вибір середина розробки	48
2.5 Засіб представлення системи.....	48
Висновки по розділу	50

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АЛГОРИТМІЧНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	52
3.1 Програмне забезпечення.....	52
3.1.1 Архітектура програмного забезпечення.....	52
3.1.2 Модель роботи програмного забезпечення.....	53
3.1.3 Алгоритм розпізнавання літери	56
3.2 Вимоги до технічного та програмного забезпечення	56
3.2.1 Вимоги до технічного забезпечення.....	56
3.2.2 Вимоги до програмного забезпечення.....	56
Висновки по розділу	57
РОЗДІЛ 4. МАРКЕТИНГОВИЙ АНАЛІЗ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	58
4.1 Опис ідеї проекту	58
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	60
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проєкту.....	61
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	73
4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проєкту.....	77
Висновки по розділу	81

ВИСНОВКИ.....	82
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	84
ДОДАТКИ.....	86

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НМ – нейронна мережа;

API – Application Programming Interface;

СУБД – Система управління базами даних;

HTML – HyperText Markup Language;

БД – база даних;

ПЗ – Програмне забезпечення;

SQL – Structured Query Language;

UML – Unified Modeling Language;

MNIST - Modified National Institute of Standards and Technology;

TTS - Text-to-Speech Synthesis;

AI - Artificial intelligence.

ВСТУП

На сьогоднішній день інформаційні технології відіграють все більш значну роль у суспільстві. Рівень розвитку технологій вже дійшов до такого рівня, що великі корпорації починають використовувати системи не тільки для обробки інформації, але і для прогнозування тих чи інших процесів суспільства, природи, економіки та інших сфер життя людини. Одним із таких шляхів обробки інформації не використовуючи людські ресурси є нейронні мережі.

Нейронні мережі знаходять все більшу кількість сфер, де вони можуть застосовуватись. Їх використовують для перекладу текстів з однієї мови на іншу як сервіс Google Translate, для автоматичного розпізнавання обличч як у соціальній мережі Facebook, де на фотографіях мережа сама відмічає людей. Також нейронні мережі застосовуються у більш складних ситуаціях. До цих ситуацій можна віднести прогнозування будь-яких соціальних, економічних або природних процесів. Наприклад, прогнозування курсу валют раніше займало чимало грошей, людських ресурсів та часу, а наразі нейронна мережа потребує тільки технічної підтримки роботи, а свою роботу вона виконує у рази швидше ніж людина.

В останні роки потужність серверів та комп'ютерів зросла до таких величин, що вони запросто можуть обробляти мільйони мегабайтів інформації за декілька секунд. Це допомогло нейронним мережам добути значну популярність у великих корпораціях. Раніше замість них використовувались звичайні людські ресурси, а зараз всі ці процеси робляться автоматично.

В магістерській дисертації буде розглянуто питання використання нейронних мереж у вирішенні проблема розпізнавання тих чи інших символів. Увага також буде приділена ефективності роботи нейронної мережі використовуючи різні інструменти. Також буде проаналізована поведінка нейронної мережі під час навчання та який результат вони будуть виводити в кінці магістерської дисертації.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Об'єкт та предмет дослідження

У студентів виникає ситуація коли потрібно перекинути конспект лекцій іншим колегам по групі для вивчення навчального матеріалу перед екзаменом. Студенти пересилають інформацію, фотографуючи кожен сторінку зошиту и скидуючи її через соціальні мережі своїм колегам, або просто передають зошит, щоб інші студенти змогли переписати конспект. На жаль, у вказаних випадках іншим студентам буває важко розпізнати почерк людини, яка писала конспект.

У туристів буває ситуація, коли не знаючи мову країни, яку вона відвідує, не може розпізнати навігаційні тексти в транспорті, на вулиці та в інших місцях, де англійська мова не використовується через непопулярність країни для туристів, але ця інформація буває корисною та важливою для самих відвідувачів іноземної держави. Особливо це може стосуватися країн світу, де замість латинських або кирилицьких літер застосовують ієрогліфи, наприклад як в Китаї або Японії. Для такої ситуації було б чудово сфотографувати напис та надіслати його до сервісу, де цей напис розпізнають, перекладуть в зрозумілий для людини вигляд і вона не буде мати проблем у перебуванні в іноземній країні.

Розпізнавання писемних символів за допомогою нейронної мережі могло би бути корисним для психологічних досліджень взаємозв'язку психологічного стану людини з її почерком. Як можна дізнатися у почерку людини важливим є розмір нахил, напрямок літер, сила натиску на ручку та характер самого напису букв. Якщо об'єднати нейронну мережу розпізнавання писемних символів і бази даних

почерку багатьох людей, то можна продивитися цікаву статистику і спробувати підтвердити кореляцію почерку з характером.

Для державних служб дуже важливим є елемент документообігу і загалом система документації. На будь-яку дію зазвичай вказується документ, який надає право тій або іншій людині працювати над питаннями, які вона повинна вирішувати. Одним із етапом такої роботи є написання заяви. В Україні дуже часто записують заяви у письмовому вигляді і для того, щоб перевести заяву в електронний вигляд зазвичай державні установи просто зберігають вказану заяву у себе і вона має шанси загубитися. Після цього державній установі ще потрібно доказати, що заява була написана. Для вирішення цієї задачі може пригодитися робота нейронної мережі, яка переводить текст заяви в електронний вигляд і надає змогу вирішити ще одно питання української бюрократії та зробити прозорий документообіг ще ближче до реальності.

Головною проблемою у вказаних випадках є оптимізований алгоритм розпізнавання писемних символів, який зможе правильно і швидко розпізнавати написані символи. Виходячи з цього об'єктом дослідження є алгоритм розпізнавання писемних символів, а до предмету досліджень відноситься сама нейронна мережа.

1.2 Огляд існуючих рішень

Багатьом відома світова компанія Google розробила додаток Google Translate, який допомагає людині перекласти слова та речення з однієї мови на іншу. До даного додатку декілька років тому була додана функція розпізнавання символів і її одноразовий переклад з однієї мови на іншу. Останні дослідження та

публікації ми можемо побачити на офіційному блогу компанії Google – AI Google Blog, де останні статті присвячені розпізнаванню музики або того, що відображено на фотографіях.

Ще одна досить відома компанія Adobe розробила комп'ютерний додаток Adobe Acrobat DC в якому присутня функція розпізнавання писемних символів на папері в електронний вигляд. До цієї функції компанія Adobe намагається приділяти немало увагу через її перспективність і у вказаному додатку вона доступна тільки після купівлі. Усю інформацію про розвиток даної технології в компанії можна дізнатися через її блог і зробити свої висновки щодо розвитку технології розпізнавання тексту на цей час.

У країнах СНД ринок розпізнавання тексту не стоїть на місці і ми можемо це бачити на прикладі Росії, де існує компанія АBBYY, яка спеціалізується на роботі з текстом ще з моменту розпаду Радянського Союзу. Для того щоб було зрозуміло компанія працює з такими світовими компаніями як Fujitsu, Panasonic и Xerox, а з російського ринку співпрацює з Альфа-Банком, Роснафтою, Райффайзенбанком. Одним з головних додатків з яким працює компанія є АBBYY FineReader, який спеціально придатний для розпізнавання тексту. Компанія АBBYY намагається не тільки розробляти додатки, але і працювати зі своєю аудиторією через виступи на конференціях, написанні статей щодо розвитку свого додатку FineReader та проведенню своїх заходів на велику аудиторію.

Останній приклад використання технології розпізнавання писемних символів можна побачити у компанії зі світовим іменем – Microsoft. Для свого додатку Microsoft Office була розроблена функція перекладу зображення з текстом в електронний вигляд. На жаль, компанія не приділяє достатньо уваги розвитку

цієї технології і намагається робити акцент на інших речах, які для компанії більш важливі. Знаючи специфіку роботи корпорації, якщо вона буде сильно відставати від своїх конкурентів, то вона зможе швидко наздогнати конкурентів через велику робочу силу, яка працює в компанії.

Загалом можна побачити що технологія розпізнавання писемних символів має стрімкий розвиток на світовому ринку і не стоїть на місці. Вказана технологія використовується не тільки на перспективу через її безплатне використання, а вже має комерційну вигоду для її розробників. Буде цікаво уявити як вказана технологія зможе працювати у взаємодії з іншими нейронними мережами і що з цього може вийти для всіх користувачів даної системи. Можливо нам вдасться не тільки працювати з вказаною технологією через фотографії, а її у реальному часі коли будуть вже створені окуляри як в компанії Google – Google Glasses.

1.3 Постановка задачі

В дисертації повинно бути розкрито питання алгоритму та структури роботи нейронної мережі. Особлива увага повинна приділятися аналізуванню типів нейронних мереж та використанню різних типів мереж у вирішенні задачі розпізнавання писемних символів. Після вибору типу нейронної мережі, яка буде використовуватися під вказану задачу потрібно проаналізувати алгоритм роботи вказаного типу нейронної мережі і зробити його оптимізацію для прискорення швидкості роботи розпізнавання символів.

Окремим етапом потрібно приділити увагу етапу навчання нейронної мережі. Необхідно провести її навчання і зробити аналіз ефективності роботи до і

після навчання та зробити висновки щодо роботи системи з висвітлюванням статистики кількості коректних обробок розпізнавання символів.

На додаток потрібно проаналізувати роботу мережі при некоректних вхідних даних. Наприклад, якщо текст на зображенні вказаний не чітко або символи написані досить криво через поганий почерк людини. Потрібно знайти шляхи для вирішення поставленого питання і зробити висновки щодо самої можливості спроби розпізнавання символів через неправильні вхідні дані.

Загалом потрібно вказати яка перспектива роботи нейронної мережі в задачі розпізнавання писемного тексту. Додатково можна розкрити ще більше питання призначення нейронної мережі в цілому як системи, яка має перспективу у недалекому майбутньому і як людина може використовувати вказану технологію і своєму повсякденному житті.

Висновки по розділу

У першому розділі проведено аналіз ситуації, які можуть виникати у повсякденному житті і як нейронна мережа може допомогти людині у повсякденному житті. Через вказання даних ситуацій було визначено предмет та об'єкт досліджень дисертації.

За допомогою проведення аналізу існуючих рішень було виявлено основні сучасні розробки алгоритму розпізнавання тексту і наскільки сильно компанії акцентують увагу на розвитку вказаної технології. Окремим моментом можна дізнатися інформацію щодо розвитку технологій в світі і які алгоритми використовують компанії і з якими проблемами вони зіткнулися під час розробки нейронної мережі розпізнавання тексту.

В результаті всіх вказаних вище дій було вирішено сформулювати задачі, які будуть проаналізовані під час роботи з магістерською дисертацією. Було вказано призначення розробки нейронної мережі, цілі та задачі які повинні бути досягнені під час роботи з системою розпізнавання писемних символів за допомогою використання нейронної мережі.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1 Нейронна мережа

Використання нейронної мережі на сьогоднішній день є дуже популярним серед великих корпорацій і таку мережа можна розробити не тільки використовуючи людські ресурси, які вичислюються сотнями або тисячами людей. Сьогодні про нейронні мережі вказано достатньо інформації, яка може допомогти розкрити всі питання щодо неї і їх аналіз проведено нижче.

2.1.1 Визначення нейронної мережі та структура

Визначення нейронної мережі досить просто – це система обчислень, яка за своєю аналогією схожа на біологічну нейронну мережа. Потрібно зазначити що нейронна мережа сама по собі вважається алгоритмом, а скоріше являє собою суміш різних алгоритмів машинного навчання, які працюючи разом оброблюють вхідні дані та на вихід виводять результат своєї роботи.

Структура нейронної мережі відображає з себе сукупність вузлів, які з'єднані один з одним – дану структуру називають нейроном. Кожен вузол застосовується для передавання сигналу від одного нейрону до іншого. Кожний нейрон та вузол мають вагу, яка налаштовується у процесі навчання. Вага використовується для визначення того, які нейрони та вузли використовувати у процесах обробки інформації. Нейрони входять у склад шарів. Кожен шар виконує різний вид обробки інформації.

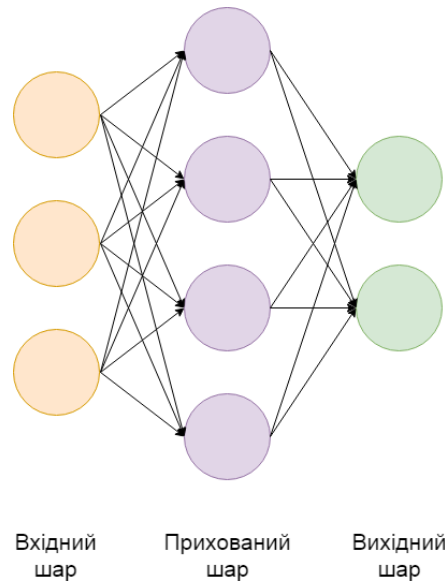


Рис. 2.1. Структура нейронної мережі

Головна формула нейронної мережі: $S = \sum_{i=1}^n X_i \cdot W_i$, де X_i – вхідний сигнал, а W_i – значення ваги.

2.1.2 Популярні типи нейронних мереж

Нейронна мережа прямого поширення

Ця нейронна мережа є однією з найпростіших форм нейронних мереж, де інформація рухається в одному напрямку. Інформація входить через вхідні вузли та виходить через вихідні вузли. Вказаний тип нейронної мережі може мати прихований шар.

Нижче наведено приклад схеми мережі прямого поширення. Як можна бачити система обчислює суму продуктів входів і ваг, які ідуть на вихід. Вихід вважається, якщо він перевищує певне значення, тобто порогову величину (зазвичай 0), і нейрон випускається з активованим виходом (зазвичай 1), а якщо він не спрацьовує, то вимикається деактивоване значення (зазвичай -1).

Мережа прямого поширення може знайти своє призначення в розвитку технології комп'ютерного бачення та розпізнаванні мовлення. Вказана нейронна мережа може з вхідними даними в яких присутній «шум» та легко підтримуються через свою просту систему роботи.

Радіальна базисна функція

Вказаний тип нейронної мережі має за своєю особливістю враховувати відстань точки до центру. Мережа має два шари: перший шар де ознаки об'єднуються з радіально-базисною функцією; другий шар де результат цих сумувань іде на шар де ідуть основні обчислення і корегує результат у ту чи іншу сторону.

Нижче наведено діаграму, яка відображає відстань, яка розраховується від центру до точки в площині, подібної до радіуса окружності. В вказаній структурі використовується вимірювання відстані. Модель залежить від максимального охоплення або радіуса окружності при класифікації точок у різні категорії. Якщо точка знаходиться в радіусі або навколо нього, то ймовірність того, що нова точка розпочнеться класифікувати в цьому класі, є високою. Там може бути перехід при переміщенні з одного регіону в інший, і це можна контролювати додатковою функцією.

Ця нейронна мережа була застосована в системах відновлюваної енергії. Енергетичні системи зросли за розміром і складністю. Обидва фактори підвищують ризик відключення живлення. Після відключення електроенергії необхідно якнайшвидше та надійніше відновити потужність.

Самоорганізаційна карта Кохонена

Метою карти Кохонена є введення векторів довільної розмірності до дискретної карти, що складається з нейронів. Для правильної роботи самоорганізаційної карти Кохонена потрібно провести її навчання, щоб вона змогла створити свою власну структуру роботи. Цей тип нейронної мережі складається з одного або двох вимірів. Під час тренування карта розташування нейрона залишається постійною, але ваги відрізняються залежно від значення.

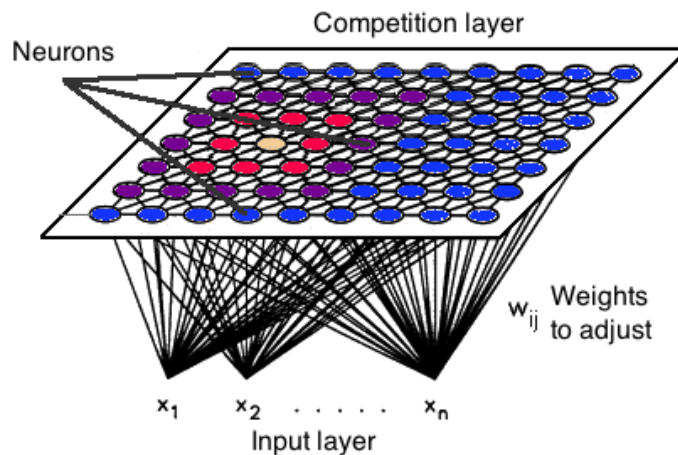


Рис. 2.2. Структура карти Кохонена

Процес самоорганізації має декілька етапів:

1. На першій фазі кожне значення нейрона ініціалізується з невеликою вагою та вхідним вектором.
2. На другому етапі нейрон, найближчий до точки, є "виграшним нейроном", а нейрони, з'єднані з виграшним нейроном, також рухаються до точки, подібної до наведеної нижче графіки.

Відстань між точкою і нейронами розраховується за евклідової відстані, нейрон з найменшою відстані перемагає. Через ітерації всі точки кластеризовані, і кожен нейрон представляє кожен вид кластеру.

Самоорганізаційна карта Кохонена використовується для розпізнавання шаблонів даних. Його застосування можна знайти в медичному аналізі для групування даних у різних категоріях.

Рекурентна нейронна мережа

Рекурентна нейронна мережа працює за принципом збереження виходу шару та подачі назад на вхід, щоб допомогти прогнозувати результат шару. Тут перший шар утворюється схожою на вихідну нейронну мережу з продуктом суми ваг і функцій. Сам процес рекурентної нейронної мережі починає працювати після обчислення першого шару. Це означає, що від одного етапу до наступного кожного нейрона буде пам'ятати деяку інформацію, яку вона мала в попередньому кроці. Така поведінка показує, що кожен нейрон виступає як комірка пам'яті у виконанні обчислень. У цьому процесі ми повинні дозволити нейронній мережі працювати над розповсюдженням спереду і пам'ятати, яка інформація потрібна для подальшого використання. Якщо під час процесу прогноз неправильний, ми використовуємо швидкість навчання або корекцію помилок, щоб внести невеликі зміни, щоб поступово працювати над правильним прогнозуванням під час зворотного розповсюдження. Застосування рекурентної нейронної мережі можна знайти в моделях перетворення текстового мовлення (TTS).

Згорткова нейронна мережа

Згорткова нейронна мережа подібна до нейронних мереж прямого поширення, де нейрони мають вагу та вузли. Вказану мережу застосовують в процесах розпізнавання сигналів та зображень. Нижче ми можемо бачити роботу нейронної мережі, де оброблюються вхідні дані партійно, як фільтр. Це допоможе мережі запам'ятовувати зображення по частинах і може обчислити операції. Ці

обчислення включають перетворення зображення з шкали RGB або HSI в шкалу сірого кольору. Після цього зміни в значенні пікселів допоможуть виявити краї зображення і можна буде розділити його на різні категорії.

Модулярна нейронна мережа

Модулярна нейронна мережа містить сукупність різних мереж, що працюють незалежно один від одного та сприяють коректному фінальному результату роботи мережи. Кожна нейронна мережа має безліч входів, які є унікальними в порівнянні з іншими мережами, які будують та виконують підзавдання. Ці мережі не взаємодіють або не сигналізують один одного при виконанні завдань. Перевага модулярної нейронної мережі полягає в тому, що вона розбиває великий обчислювальний процес на менші компоненти, що зменшує складність обчислення. Вказана розбивка допомагає зменшити кількість з'єднань і конфліктів взаємодії цих мереж один з одним, що, в свою чергу, збільшує швидкість обчислень. Проте час обробки буде залежати від кількості нейронів та їх участі в обчисленні результатів.

2.1.3 Вибір типу нейронної мережі в розпізнаванні писемних символів

Для роботи системи, яка буде виконувати розпізнавання писемних символів потрібно використовувати згорткову нейронну мережу – архітектурну систему, яка створена якраз для визначення об'єктів на зображенні і може використовуватися у ситуації розпізнавання писемних символів.

Згорткова нейронна мережа зазвичай пов'язана з комп'ютерним баченням, а її історія іде коріннями ще у 1980 роки, коли японець Куніхіко Фукусіма запропонував архітектуру нейронної мережі, яка була натхнена роботою системи візуального розпізнавання кішок. З того часу методи та алгоритми розпізнавання

почали набувати ще більш високі оберти розробки. Дійшло до того що в 2005 році був розроблений алгоритм завдяки якому нейронна мережа може застосовувати не тільки процесорну потужність, а й потужність відеокарти для обчислення роботи над зображенням. Також в останньому десятиріччі була розроблена відкрита світова база MNIST, яка може допомогти нейронній мережі ще скоріше навчитися завдяки збереженій інформації всіх літер та цифр, щоб скоріше навчити нейронну мережу розпізнавати текст на зображенні.

2.1.4 Алгоритм роботи згорткової нейронної мережі

Під час роботи мережі береться зображення, обробляється через серію згорткових, нелінійних шарів, шарів об'єднання та повнозв'язних шарів, та генерується результат. У якості результату може бути клас або вірогідність класів, які краще всього описують зображення.

Перший шар у роботі згорткової нейронної мережі – згортковий. На вхід іде зображення – це матриця $32 \times 32 \times 3$ з піксельними значеннями. Згортковий шар працює завдяки фільтру. Даний фільтр (його ще називають нейроном або ядром) може покривати площу зображення наприклад 5×5 пікселей і він буде рухатися по всім областям зображення. Області які обробляє фільтр називають рецептивним полем (або полем сприйняття). Тобто вказаний фільтр – це матриця (її ще називають матрицею ваги або матрицею параметрів). Потрібно зазначити, що глибина фільтра повинна бути такою же як глибина зображення і розмірі цього фільтра будуть – $5 \times 5 \times 3$. Зазвичай фільтр бере позицію на зображенні з верхнього лівого кута. Оскільки фільтр виробляє згортку, тобто переміщується по вхідному зображенню, він помножує значення фільтра на вхідні значення пікселей зображення (поелементне множення). Всі ці множення сумуються, на нашому

прикладі це буде 75 множень). Як результат отримується одне число. Тепер необхідно вказаний процес зробити у кожній позиції. Кожна унікальна позиція вхідного зображення виводить число. Після проходження фільтра по всім позиціям виникає матриця $28 \times 28 \times 1$, яку називають функцією активації або картою ознак. Матриця 28×28 виникає тому що є 784 різних позицій, які можуть пройти через фільтр 5×5 зображення 32×32 . Ці 784 чисел перетворюються у матрицю 28×28 .

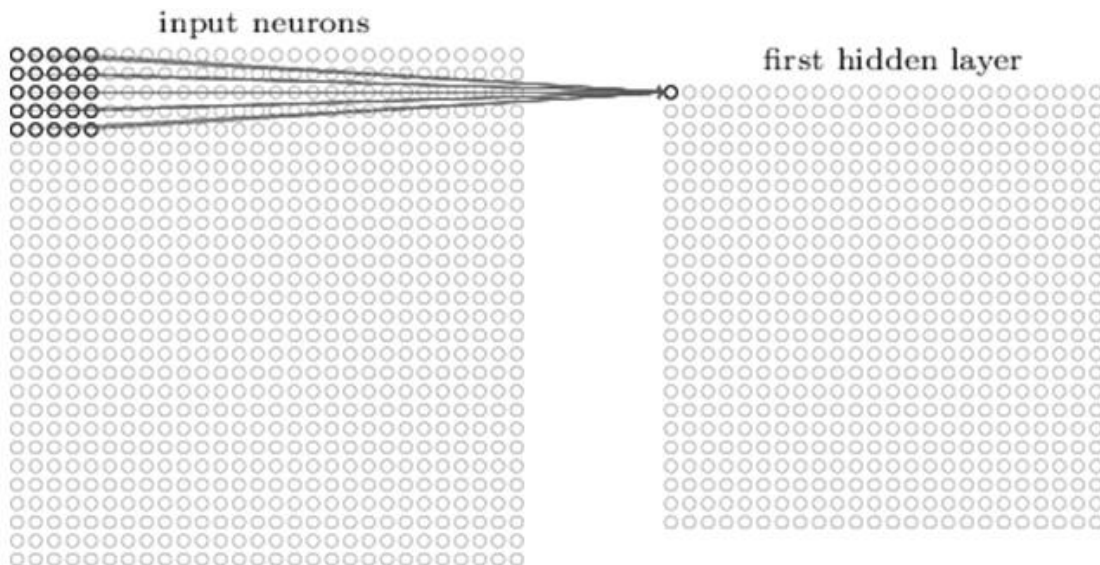


Рис. 2.3. Схема обробки зображення за допомогою фільтра

Кожний фільтр можна розглядати як ідентифікатор властивостей. У фільтра піксельна структура в якій числові значення вище уздовж області, яка визначає форму кривої. Коли в нас в лівому верхньому куті вхідного зображення є фільтр, він призводить множення значень фільтра на значення пікселів цієї області. Якщо на вхідному зображенні є форма, в загальних ознаках схожа на криву, яка уявляє фільтра і всі помноженні значення сумуються, то результатом буде велике значення.

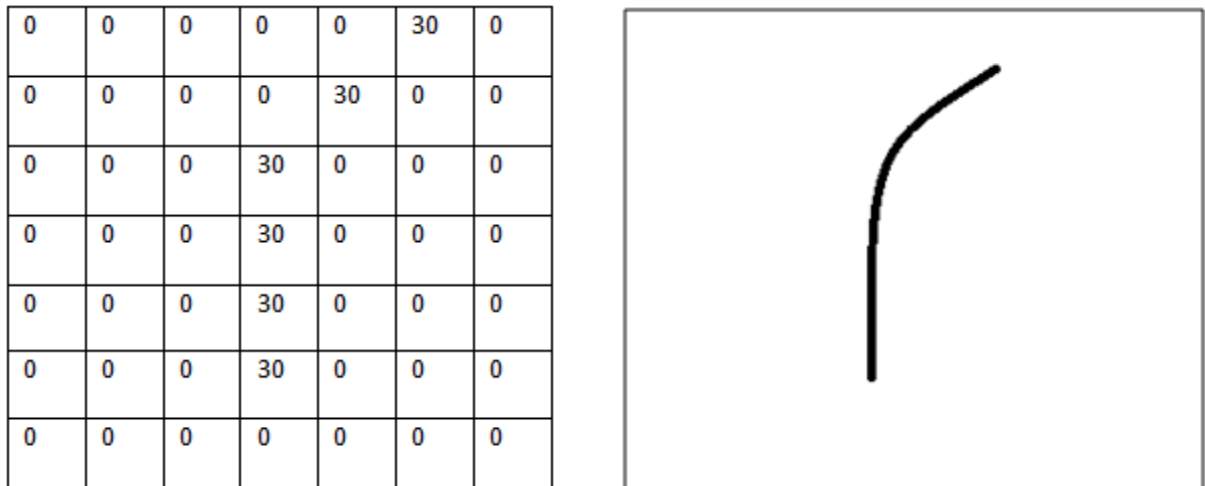


Рис. 2.4. Схема виводу матриці властивостей

Потрібно мати на увазі що результат згорткового шару – є карта властивостей. У самому простому випадку, при наявності тільки одного фільтра згортки (і якщо цей фільтра є детектором кривих), карта властивостей продемонструє область, де більше всього вірогідність виявити криву.

Наступний етап роботи алгоритму є обробка результату фільтрів – карта властивостей. На цьому етапі будуть працювати фільтри, які представляють властивості більш високого рівня. Типами цих властивостей можуть бути напівкільця (комбінація прямої кордону з вигином) або квадратів (поєднання декількох прямих ребер). Чим більше згорткових шарів проходить зображення і чим далі воно рухається по мережі, тим більш складніші характеристики виводяться на картах активації. У кінці мережі можуть бути фільтри, які активуються при наявності незнайомих символів, об'єктів, тощо.

Фінальний етап це прикріплення повнозв'язних шарів у кінці мережі. Цей шар бере вхідні дані та виводить N-просторий вектор, де N – число класів, які

програма вибирає необхідними. Для кожного класу встановлюється вірогідність його збігу з результатом обробки інформації.

Спосіб за допомогою якого працює повнозв'язний шар – це звернення до виходу попереднього шару і визначення властивостей, які більш зв'язані з певним класом. Повнозв'язний шар дивиться на те, що функції високого рівня сильно зв'язані з певним класом і мають певну вагу, так що, коли обчислюється множення ваги з попереднім шаром, то виводиться правильна вірогідність для різних класів.

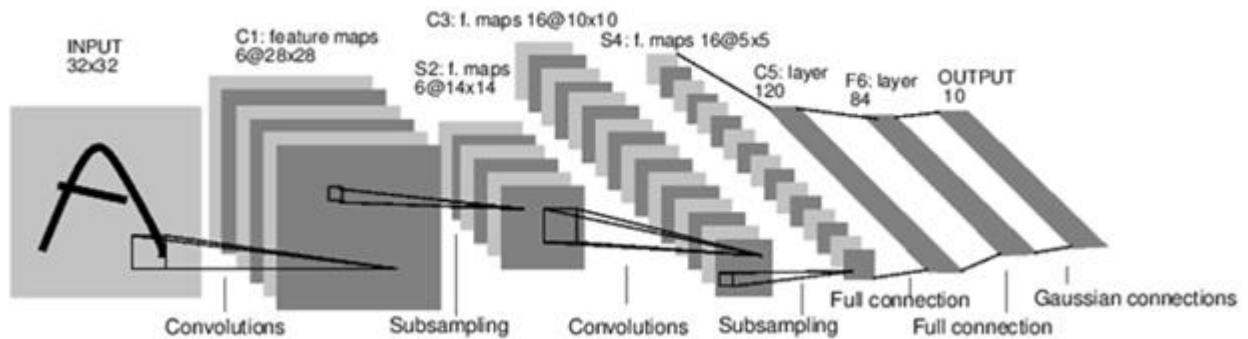


Рис. 2.5. Схема роботи згорткової мережі

2.1.5 Процес навчання нейронної мережі

Головним етапом нейронної мережі є її навчання. Як ми знаємо нейронна мережа не може правильно працювати з першого разу і її потрібно навчити виконувати роботу над помилками. Якщо говорити про процес розпізнавання писемних символів, то у кожної людини присутній свій окремий почерк в якому буває важко розпізнати які літери написані або текст може бути написаний настільки стисло, що нейронна мережа може розпізнавати окремі слова як одне слово.

Для тренування нейронної мережі краще за все для людини написати декілька раз літери алфавіту, щоб нейронна мережа могла пристосуватися до почерку людини. Також можна використовувати базу даних MNIST, де зберігаються написані людиною літери та цифри і це може допомогти прискорити процес навчання системи.



Рис. 2.6. Перші 100 тестових зображень, які зберігаються в базі даних MNIST

База даних MNIST зберігає понад 60 тисяч зображень для навчання та 10 тисяч тестових зображень. За допомогою вказаної бази науковці намагалися мінімізувати кількість помилок при навчанні нейронної мережі. Завдяки їй вдалося знизити кількість помилок до 0.23%, а вказаний результат майже аналогічний за впізнавання символів людським зором.

Таблиця 2.1. Результати обробки зображень для різних систем навчання

Тип	Структура	Помилки (%)
Глибока нейронна мережа	2-рівнева мережа 784-800-10	1.6
Глибока нейронна мережа	2-рівнева мережа 784-800-10	0.7
Глибока нейронна мережа	6-рівнева мережа 784-2500-2000-1500-1000-500-10	0.35
Згорткова нейронна мережа	6-рівнева мережа 784-40-80-500-1000-2000-10	0.31
Згорткова нейронна мережа	6-рівнева мережа 784-50-100-500-1000-10-10	0.27
Згорткова нейронна мережа	Ансамбль з 35 CNN-мереж, 1-20-C-40-C-150-10	0.23
Згорткова нейронна мережа	Ансамбль з 5 CNN-мереж, 6-784-50-100-500-1000-10-10	0.21

Особливим етапом повинно бути обробка тексту з помилками, де нейронна мережа повинна визначити ці помилки, виправити їх і правильно обробляти. Для цього до нейронної мережі потрібно підключити словник да під'єднати до цього правила граматики кожної мови. Наприклад, компаній Google на протязі 10 років намагається зробити коректну роботу свого перекладача, але результат досі не самий найкращий і система іноді не може просклонити деякі слова.

Для роботи нейронної мережі з помилковими вхідними даними кількість ітерацій роботи нейронної мережі має сягати 1000 та більше разів. Чим більша кількість ітерацій тим краще нейронна мережа буде справлятися зі своєю роботою.

2.2 Мова програмування

Не для кого не секрет, що одним з головних елементів роботи нейронної мережі є мова програмування на якій написана система. Бувають випадки коли конкретна мова не може правильно та легко працювати з великим об'ємом даних або не підтримує ті чи інші алгоритми для більш прискореної роботи системи. Нижче будуть вказані мови програмування як придатні до використання з нейронними мережами, будуть вказані плюси і мінуси мови і які бібліотеки існують для вирішення того чи іншого питання.

2.2.1 Мова програмування Python

Світова ІТ-компанія Python Software Foundation створила свою мову програмування Python і бібліотеку, яка може полегшити розробку мережі, використовуючи готові методи у яких вже обчислені можливі помилки при роботі зі вхідними даними.



Рис. 2.7. Логотип мови програмування Python

Загалом мова програмування Python досить популярна в обробці великих об'ємів даних та роботі нейронних мереж. Також дана мова досить проста у вивченні і потребує низького рівня входу, що дозволить зекономити час в ознайомленні роботи алгоритмів нейронних мереж.

Якщо говорити про недоліки роботи вказаної мови програмування, то вона досить повільна у порівнянні з такими мовами програмування як C#, Java і тим більш C++. Також вказана мова не так ефективно може працювати з комп'ютерною пам'яттю на відміну від C++, оскільки робота з пам'яттю у Python робиться автоматично без ручного керування зі сторони розробника системи. Ще одним недоліком є роботи з декількома ядрами процесору, оскільки на відміну від мови програмування C++ робота на декілька потоків відбувається автоматично без втручання програміста у програмний код.

Майже всі нейронні мережі на мові програмування Python використовують бібліотеку створеною за замовчуванням NumPy, яка дозволяє швидко і ефективно працювати з матрицям, таблицям чисел в різних форматах, числовими даними, а також проводити велику кількість типових операцій, що потрібні в процесі роботи нейронної мережі. Можна додати що бібліотеки і мова програмування мають чітку документацію, яка дозволяє полегшити процес розуміння роботи алгоритмів, методів, тощо. Оскільки робота з матрицями є ключовою у розпізнаванні об'єктів на зображенні, то вказана бібліотека для нас може мати велике значення.

Для роботи з табличними даними можна використовувати бібліотеку Pandas, яка дозволяє швидко завантажити дані, підготувати їх до необхідного формату для відправки роботи алгоритму нейронної мережі. Використовуючи бібліотеку ми зможемо зекономити час написання програмного коду і вмістити дані функції в

20-30 рядків. Особливим є момент, що під час роботи даних бібліотек може застосовуватись не тільки процесорна потужність, а і потужність відеокарт, що дозволить зекономити час роботи алгоритму і підвищить його швидкодію.

Також для роботи з нейронною мережею компанія Google розробила свою бібліотеку, яка перш за все призначена для мови Python – TensorFlow. Вказана бібліотека має відкритий код і може бути вдосконалена сторонніми розробниками, що може допомогти розвивати бібліотеки ще швидше, ніж якщо би вона було закритою. Компанія Google використовує вказану бібліотеку у себе на роботі, тому на даний час вона є актуальною для всіх інших її користувачів. Ми можемо бачити роботу такої системи в спеціальній пошуковій функції Google, де ми можемо взяти своє зображення і спробувати знайти схожі. Функції бібліотеки можуть працювати паралельно використовуючи відеокарти та багатоядерність процесорів.

2.2.2 Мова програмування C#

Для роботи з нейронною мережею можна використовувати мову програмування C#. Для цієї мови компанія Google створила свою бібліотеку AForge, яка розроблена для використання програмістами та дослідниками у сфері штучного інтелекту, а саме в обробці зображень, роботі з нейронною мережею, генетичними алгоритмами, машинах навчання, роботів, тощо.



Рис. 2.8. Логотип мови програмування C#

Дана бібліотека складається з декількох головних компонентів:

- AForge.Imaging – робота з зображеннями;
- AForge.Neuro – робота з нейронною мережою;
- AForge.Genetic – робота з еволюційним програмуванням;
- AForge.Fuzzy – робота з нечіткими обчисленнями;
- AForge.MachineLearning – робота з машинами навчання;
- AForge.Robotics – робота з роботами;
- AForge.Video – робота з відео.

Дана бібліотека постійно розвивається та вдосконалюється, а це значить, що до даної бібліотеки буде надходити ще новий функціонал. Для отримання інформації про розвиток бібліотеки можна відвідати сайт та форум розробників цієї бібліотеки.

Також дана бібліотека має приклади роботи з різними типами даних, що дозволяє оцінити робочий функціонал фреймворку, а ще в цій бібліотеці можна знайти документація, яка може допомогти краще зрозуміти алгоритм роботи кожної функції і зекономити час на розбір.

Ще однією бібліотекою якою можна використовуватися є Cognitive Toolkit, яка розроблена компанією Microsoft цілеспрямовано для роботи з нейронними мережами. На відміну від бібліотеки AForge компанія Microsoft взяла за свою мету конкурувати з такими популярними бібліотеками для роботи з нейронною мережою як TensorFlow. На відміну від бібліотеки TensorFlow вказана бібліотека працює швидше, точніше ніж її конкурент. На жаль, основним недоліком бібліотеки є її документація, яка не так гарно розвинена і зрозуміла на відміну від конкурентів.

Якщо говорити в цілому про мову програмування, то вона є прямим конкурентом Java і розвивається останнім часом краще. Наприклад, мова Java стала вже такою великою, що її розширення іде повільніше, а у C# роблять акцент на розробці веб-додатків, які можуть вже напяму конкурувати з Java у питанні багатоплатформності. На жаль, основним недоліком є комерційна робота компанії Microsoft з аудиторією, оскільки для роботи вказаною мовою потрібно мати платні продукти лінійки Microsoft, починаючи від операційної системи і закінчуючи вибором бази даних або середою розробки додатків. Це робить вибір на вказаній мові програмування більш важким, особливо якщо можна обрати інші більш прості аналоги.

2.2.3 Мова програмування Java

Для однієї з відомих мов програмування теж розроблено достатньо бібліотек для роботи з нейронними мережами. Якщо говорити про ці бібліотеки то можна вказати Encog та JOONE.



Рис. 2.9. Логотип мови програмування Java

Якщо говорити про JOONE то ця бібліотека використовується скоріше як основа для роботи з нейронними мережами. Для того щоб створити алгоритм розпізнавання писемних символів потрібно буде довго створювати методи обробки і на відміну від інших бібліотек, вона не має готових методів до вказаної ситуації.

Якщо говорити про Encog то це ще одна бібліотека яка використовується як основа для роботи з нейронними мережами. На жаль, вказана бібліотека теж не вирішує питання розпізнавання писемних символів за допомогою готових алгоритмів і весь функціонал потрібно прописувати вручну.

Як ми можемо бачити вказані бібліотеки не можуть вирішити легким способом питання створення нейронної мережі з розпізнавання писемних символів. Потрібно буде витратити час на аналіз, підготовку, створення методів ручної обробки і ще невідомо скільки часу потрібно буде витратити на оптимізацію алгоритму та виправлення його помилок.

Можна у захист вказаної мови програмування сказати, що вона працювати на всіх операційних системах: Windows, Linux, Mac. Сама мова програмування стала вже світовою класикою програмування веб-додатків або систем, які використовуються вже декілька десятиріч. Особливо це стосується фінансової

сфери, де банки та їх системи є головними користувачами мови програмування Java.

2.2.4 Мова програмування C++

Якщо говорити про мову програмування C++ то вона придатна для вирішення всіх задач. Одна з головних мов програмування для будь-якої великої компанії і до неї присутні всім відомі бібліотеки. До плюсів цієї мови можна віднести можливість ручної роботи з пам'яттю та ядрами комп'ютера, а також можливість програм, які написані на C++ запускатися на всіх операційних системах. На жаль, у цій мові є один великий недолік – її складність роботи та важкість навчання. Для розробки будь-якого додатку потрібно буде витратити багато часу, щоб зрозуміти як працювати з пам'яттю комп'ютера і які підводні камені можуть зустрітися під час розробки будь-якого додатку.



Рис. 2.10. Логотип мови програмування C++

У цій мові програмування є одна з популярних бібліотек для роботи з нейронними мережами – Caffe. Ця бібліотека розроблена студентом з США Янці Дзя, який розробив її для своєї наукової дисертації і алгоритм роботи бібліотеки підхопили багато програмістів, які і на даний час розвивають вказану бібліотеку.

Перш за все ця бібліотека використовується для роботи з згортковою нейронною мережею на якій як раз і робиться головна увага.

2.3 Засіб збереження даних

Для правильної роботи нейронної мережі важливим етапом є її навчання. Для процесу навчання потрібно зберігати дані з результатами роботи. Особливо це стосується моменту, коли потрібно розпізнати писемні символи і без створення бази даних цей етап навчання не буде ефективним, а сама робота алгоритму не зможе буде коректною. Нижче буде вказаний перелік баз даних, які можна використовувати під час роботи з нейронною мережею, буде вказано плюси та мінуси роботи бази даних у цій сфері. Під кінець буде виконано вибір бази даних, яка буде використовуватися для роботи з нейронною мережею для обробки писемних символів.

2.3.1 Порівняння реляційної моделі бази даних з нереляційною

Для роботи з будь-якою інформацією та її зберіганням можна використовувати різні бази даних, які можуть відрізнятися моделлю зберігання даних. Реляційні бази даних мають дуже жорстку структуру даних і обробка інформації з однієї сторони більш проста, оскільки ми знаємо що повинно зберігатися, але якщо ми використовуємо декілька таблиць, які необхідно об'єднано опрацьовувати, то в даному випадку масштаб проекту і розширення структури таблиць можуть зустріти не малу кількість труднощів.

На відміну від реляційної моделі, нереляційна може зберігати інформації без потреби заповнення всіх необхідних полів, які потім не зберігаються, що дозволяє зекономити простір зберігання інформації. На жаль, для вказаного методу

потрібно мати більше матеріальних та людських ресурсів, оскільки вказана модель потребує більшої робочої кваліфікації спеціалістів на відміну від людей, які працюють з реляційною моделлю бази даних.

Для роботи з нейронною мережею може вистачити роботи з реляційною моделлю бази даних, оскільки для роботи нейронної мережі з базою даних ми можемо мати чітку структуру таблиць і ми точно знаємо які дані повинні зберігатися в базі. Як наслідок, можна зазначити, що нижче будуть представлені бази даних, які використовують реляційну модель роботи та які є найбільш поширені серед розробників.

2.3.2 База даних Oracle Database

Компанія Oracle розробила свою базу даних Oracle Database, яка може бути придатна для роботи з даними для нейронної мережі.



Рис. 2.11. Логотип продукції Oracle Database

Вказана база даних можна похизуватися своєю функціональністю. Вона використовується на всіх корпоративних рівнях, особливо вона домінує в банківській сфері. Компанія Oracle говорить, що їх базу даних використовує перша десятка найбільших світових банків. База даних дозволяє комбінувати роботу високотехнологічних технологій і інтегрованих бізнес-рішень. Це дуже гарний шанс для даної бази даних працювати з великими масивами даних та різними рівнями доступу до цих даних.

Також база даних Oracle має великий рівень надійності роботи системи. Вона може видавати велику продуктивність роботи навіть при роботі зі складними задачами. Для тестування надійності системи компанія використовувала для тестування дуже популярний інструмент під назвою ACID, який дозволяє протестувати цілісність збережених даних після складних тестових операцій.

У даної бази даних є особлива технологія флешбеку, яка дозволяє зберегти дані на випадок обрушення системи, вірусної атаки, та інших багатьох випадків, які можуть статися у будь-яких великих корпораціях. В такі випадки цілісність збережених даних має дуже велике значення, особливо якщо говорити про фінансову сферу. Технологія флешбеку дозволяє уникнути також людських помилок при роботі з даними та спростовує управління менеджерської та адміністративної корпоративної системи управління.

Під кінець можна зазначити що база даних має всі необхідні елементи, які повинні існувати в усіх базах даних, які компанія хоче продавати великим корпораціям: атомарність, послідовність, ізоляція та довговічність. Ці елементи дозволяють забезпечити надійну та компетентну роботу системи бази даних.

Як можна здогадатися при всіх плюсах роботи з даною базою даних, вона має і свої мінуси. Перш за все це ціна. Oracle Database коштує в 10 разів дорожче ніж її прямий конкурент від компанії Microsoft – MS SQL Server Database. Якщо порівняти її з базою даних MySQL, яка взагалі безкоштовна у використанні, то вибір напрошується сам по собі. Для великих корпорація ціна ліцензії використання бази даних становить від 47,5 тисяч доларів.

Нажаль дана база даних має не саму легкий алгоритм установки та використання. Новачки з її роботою ознайомляться не з першого разу і можуть

взагалі втратити інтерес до роботи з цією базою, а якщо говорити про потужність система, то вона використовує не малу частину процесорної спроможності і на звичайному комп'ютері вона буде мати проблеми з показниками роботи системи в цілому.

2.3.3 База даних MS SQL Database

Для роботи з даними в базі даних можна використати більш розвинений аналог від Microsoft – MS SQL Database Server. Оскільки ця база даних створювалася компанією Microsoft, то можна одразу сказати, що документація для цієї бази зроблена дуже змістовно та професійно. До будь-якого питання можна знайти відповідь і не боятися, що в складній ситуації, коли потрібно працювати з базою не можна буде дізнатися як з нею працювати. Якщо говорити про саму роботу бази даних, то вона має зручний інтерфейс розробки і інтегрована з багатьма веб-сервісами, які розробляються на мові програмування C#. Ця ситуація може допомогти зекономити час на розробці самої системи і використовувати готові архітектурні рішення. Головним недоліком вказаної бази даних є те, що вона цілком орієнтована на розробку в комплексі зі всіма іншими продуктами від компанії Microsoft. Якщо працювати з вказаною базою даних через інші мови програмування, то можуть виникнути проблеми з підключенням додатку до бази даних. Загалом із плюсів щодо якості роботи бази даних, то вона повторює свої переваги з аналогом від компанії Oracle.



Рис. 2.12. Логотип продукції MS SQL Database

2.3.4 База даних MySQL

MySQL є однією з популярних баз даних для роботи у малих компаніях або якщо над розробкою будь-якого додатку працює від однієї до 20 людей. Під час навчання студентів над роботою з будь-якою базою даних перш за все треба рекомендувати використовувати для ознайомлення MySQL. Якщо можна зрозуміти легкість навчання при роботі з цією базою є її головною перевагою. Також ця база даних є дуже легкою для роботи на будь-яких пристроях і вона не потребує багато ресурсів на відміну від аналогів від Oracle та Microsoft. Оскільки ця база даних безкоштовна, то вона має відкритий код на платформі Github і кожен може внести свій вклад у розвиток даного продукту. На жаль, для роботи з великими обсягами даних ця база даних не факт, що може справитися з великими навантаженнями системи, але для якоїсь наукової праці вона може підійти саме в раз.



Рис. 2.13. Логотип продукції MySQL

Ще одним плюсом роботи цієї бази даних є її спроможність працювати на будь-якій операційній системі на відміну від MS SQL. Через її популярність і легкість роботи з даними, вона має велику аудиторію і на кожну проблему можна знайти вирішення в інтернеті.

2.3.5 База даних PostgreSQL

База даних PostgreSQL це повністю продукт співтовариства, яке хотіла розробити безкоштовну та відкриту базу даних чисто з наукової точки зору. Все це вилилося у те що PostgreSQL є золотою серединою між такими гігантами як MS SQL, Oracle і малим проектом як MySQL. Документація до цієї бази даних описана досить гарно, а її можливості у справах адміністрування бази даних є більш гнучкими ніж від MySQL.



Рис. 2.14. Логотип продукції PostgreSQL

2.3.6 Мова запитів SQL

Якщо говорити про мову запитів SQL і його взаємодію з роботою в базі даних, то для цієї речі в SQL реалізований додатковий функціонал для роботи з великими масивами даних. Для кожної бази даних є своя модифікація роботи з мовою SQL. На цей аспект увага сконцентрована не буде, оскільки сам вибір бази даних є для нас більш важливим ніж особливості кожної модифікації мови запитів SQL.

2.3.7 Вибір бази даних

Для роботи з нейронною мережею вирішено було обрати для тестування базу даних MySQL, оскільки вона є дуже легкою для роботи, має велику спільноту, що може допомогти вирішити будь-які питання щодо роботи великими обсягами даних.

2.4 Середовище розробки додатку

Засоби розробки додатку створені для спрощеного написання додатку через свою готову функціональність. Вибір такої середовища може залежати не тільки від мови програмування на якій ми будемо писати нейронну мережу, а й таких

моментів як можливість автоматичного створення шаблонів коду, автоматизації розробки та інших процесів, які спростовують написання програмного коду і роблять робочий процес більш приємним. Нижче буде вказано 3 найпопулярніші серед розробки серед великих розробницьких спільнот, буде проаналізовано плюси і мінуси кожної IDE і буде обрана та середа розробки, яка буде відповідати нашим вимогам щодо роботи з нейронною мережею.

2.4.1 Середа розробки Visual Studio

Середа розробки Visual Studio було розроблена ще у далекому 1997 році компанією Microsoft. Ця середа може похизуватися своїм зручним для використання дизайном, графічним видом. Також до плюсів можна віднести інтегрування з багатьма програмами, які допомагають написати програмний код як можна чистіше завдяки плагінам рефакторінгу, автоматизованого процесу написання коду та без проблем заливати його на сервер через сервіс Git. Головною мовою з якою працює середа є C# та інші менш популярні мови, які підтримуються компанією Microsoft. До недоліків ще можна віднести важкість навчання роботи з вказаною середою і загальну важкість роботи програми через її великий функціонал.

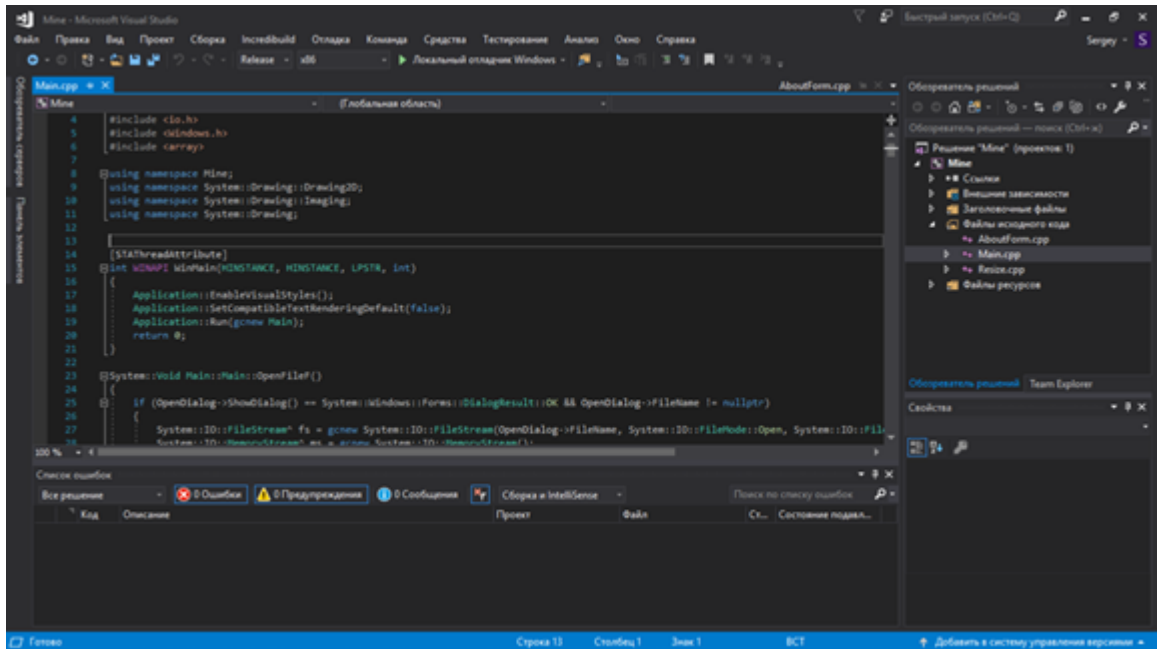


Рис. 2.15. Інтерфейс середовища розробки Visual Studio

2.4.2 Середовище розробки IntelliJ IDEA

Середовище розробки IntelliJ IDEA було розроблено у 2001 році компанією JetBrains, яка намагається повністю спеціалізуватися на розробці середовища розробки не тільки для конкретної програмної мови, але для більш універсального користування. IntelliJ IDEA спеціально розроблена для таких мов програмування як Java, JavaScript та Python. Сам дизайн середовища виглядає зручним для зорового сприйняття, але у процесі роботи є певні недоліки. Перш за все це робота з пам'яттю комп'ютера. Вказана середовище потребує немало оперативної пам'яті і зазвичай має властивість тормозити, особливо якщо проект розробки занадто великий. Для вирішення цього питання потрібно використовувати потужні комп'ютери особливо з великим об'ємом оперативної пам'яті. Другим недоліком є складність розробки в даній середовищі через її великі можливості і універсальну роботу з декількома мовами програмування, які вона підтримує.

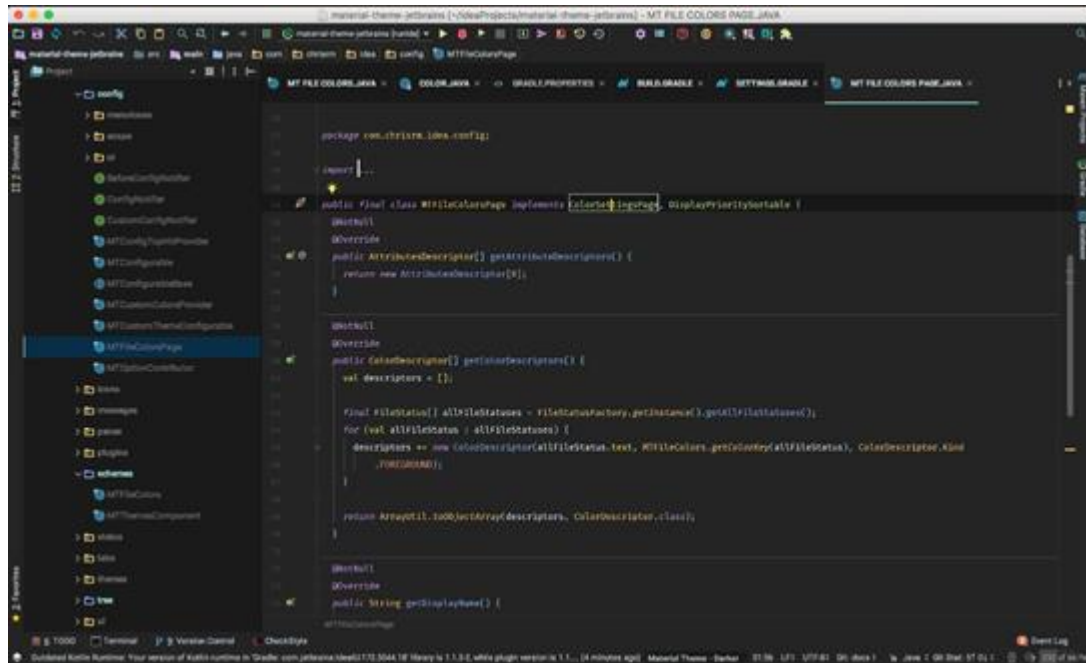


Рис. 2.16. Інтерфейс середовища розробки IntelliJ IDEA

2.4.3 Середовище розробки Sublime Text

Середовище розробки Sublime Text не можна назвати великим інструментом. Це перш за все редактор коду. Основною особливістю розробки коду на Sublime Text є легкість середовища і можливість її налаштувати чисто під свої вимоги без витрачання великої потужності комп'ютера. На жаль цей плюс зникає під час персоналізації середовища під свої необхідності, оскільки на це потрібно дуже і дуже багато часу, паралельно коли є інші аналоги, де все більш менш встановлено і можна писати програмний код, а головне просто знати як працювати в середовищі розробки. Sublime Text буде придатний для таких мов програмування як Python, NodeJS, Go, та інших, де можна не використовувати великі потужності середовища розробки і все можна легко запустити через консоль.



Рис. 2.17. Інтерфейс середовища розробки Sublime Text 3

2.4.4 Вибір середовища розробки

З тих середовищ розробки які було проаналізовано можна відзначити доцільність використання для тієї чи іншої мови програмування. Для мови програмування Python було обрано середовище розробки Sublime Text через її легкість роботи і можливість відрегулювати середовище під свої потреби.

2.5 Засіб представлення системи

Для перевірки роботи нейронної мережі потрібно реалізувати зручний інтерфейс для більш зручного зрозуміння інформації, яка була оброблена і що буде виведено на екран. Інтерфейс системи буде розроблений за допомогою мов програмування HTML, CSS, JavaScript. Система буде працювати за допомогою обробки GET та POST запитів.

Front-end мови програмування (HTML, CSS, JavaScript) використовуються в усіх веб-сайтах. На даний момент використовується HTML 5-ої версії, яка може допомогти розробити веб-сторінку з динамічним та анімаційним інтерфейсом.

Якщо говорити про CSS, то на даний час використовують його 3 версію, яка стандартизована разом із HTML 5 на усіх інтернет-браузерах. Якщо мови HTML та CSS стандартизовані, то вони повинні мають зручну та змістовну документацію і це є їх головним плюсом під час розробки інтерфейсу веб-додатку.



Рис. 2.18. Логотипи технологій front-end розробки

Мова програмування JavaScript на цей час розвивається все більшими темпами у зв'язку з великою популярністю серверної мови програмування NodeJS. На цей час JavaScript має 18 версію і з кожним роком версія цієї мови оновлюється. Взагалі JavaScript досяг вже таких висот, що скоріше за все на цій мові програмування вже розроблено бібліотеки для роботи з великими об'ємами даних та для роботи з нейронною мережею. На жаль, ця мова від самого початку не була створена для роботи з такою функціональністю і перш за все орієнтована на розробки зовнішнього вигляду будь-якого веб-додатку і прописує функції щодо відправлення запитів на сервер та отримання звідти інформації.

Якщо говорити про інші альтернативи до розробки системи зовнішнього вигляду то можна було б розробити додаток на комп'ютер через WPF технологію, але ця технологія використовує мову програмування C# і має не дуже легку

архітектуру роботи через що може бути не самою гарною ідеєю розробляти додаток на WPF, особливо коли була обрана мова програмування Python.

Висновки по розділу

В даному розділі було розглянуто питання вибору мови програмування на якій буде розроблена нейронна мережа. Було проаналізовано плюси і мінуси кожної мови, які бібліотеки для неї зроблені щоб працювати з нейронною мережею для розпізнавання писемних символів та інших підзадач які повинні бути вирішені. Для роботи з розпізнавання писемних символів та навчання роботи нейронної мережі було розглянуто базу даних MNIST, яка може дати можливість коректно навчити працювати згорткову нейронну мережу та що на даний час вдалося добитися науковцям з роботи щодо розпізнавання вхідних зображень для обробки.

Додатково було розглянуто питання вибору бази даних, яка буде використовуватися для обробки великої кількості інформації під час процесу навчання нейронної мережі. Було проаналізовано яка мова програмування більше співпрацює з тією чи іншою базою даних, які підводні камені можуть зустрітися під час зв'язку додатку з базою. Особливо була приділена увага щодо можливості бази даних працювати на непотужних комп'ютерних системах, особливо коли проводиться будь-яка наукова діяльність.

Після аналізу баз даних було проаналізовано середі розробок, які ми можемо використовувати для розробку додатку нейронної мережі та яка середа розробки є більш легкою для навчання роботи з нейронною мережею в цілому.

Останнім етапом було проведено аналіз мов програмування, які будуть використовуватися для розробки інтерфейсу додатку та які можливості вони можуть надавати на 2018 рік.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АЛГОРИТМІЧНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Програмне забезпечення

Для правильної роботи системи розпізнавання писемних символів увага повинна приділятися розробці архітектури програмного забезпечення. Після цього повинно виявити алгоритм роботи програми та які ситуації потрібно заздалегідь продумати перш ніж розробляти додаток.

3.1.1 Архітектура програмного забезпечення

Для розробки архітектури програмного забезпечення буде використовувати модель роботи MVC. За допомогою контролерів ми зможемо обробляти вхідну інформацію. За допомогою моделей ми можемо зберігати інформації для подальшого навчання нейронної мережі. За допомогою інтерфейсу ми зможемо правильно відображати вихідну інформацію у зручну для користувача зовнішній вид.

Взаємодія в архітектурі MVC відбувається у вигляді взаємодії між 3 головними компонентами:

- Модель відповідає за управління даними програми. Вона отримує вхід користувача від контролера;
- Інтерфейс відображає представлення моделі в певному форматі;
- Контролер реагує на вхід користувача та здійснює взаємодію з об'єктами моделі даних. Контролер отримує вхід, за бажанням перевіряє його, а потім передає вхід до моделі.

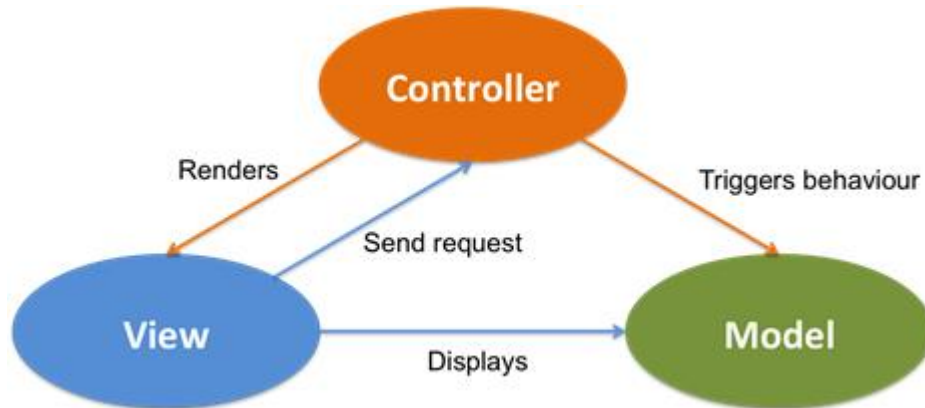


Рис. 3.1. Модель роботи архітектури MVC

Розділена модель MVC забезпечує універсальність як частин окремо, так і системи в цілому. Ізоляція розмітки сторінки і ізоляція моделі даних від усього процесу забезпечує високу гнучкість продукту. Без MVC важко забезпечити такий рівень універсальності. У той же час технологія MVC має свій недолік – складність розробки. На реалізацію такого проекту піде набагато більше часу, ніж на реалізацію проекту без MVC.

3.1.2 Модель роботи програмного забезпечення

Якщо говорити про модель роботи системи, то вона буде мати наступний вигляд:

1. Обробка зображення та розпізнавання тексту в цілому. Цей етап нам необхідний для виявлення меж тексту. Ця процедура робиться за допомогою роботи із фільтрами зображення для виявлення того, де знаходиться текст, а де зображені звичайні «шумові» предмети (ручка, олівець, цяточки на зображенні та ін.).

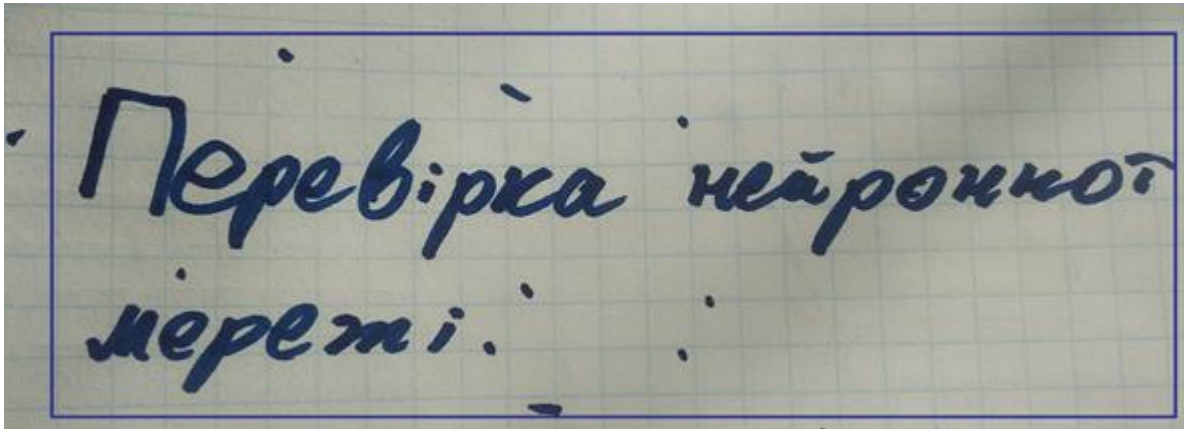


Рис. 3.2. Розпізнавання області тексту на зображенні

2. Обробка кожного окремого слова за допомогою визначення відступів між словами. Головною проблемою даного етапу може бути переплутання літери у слові з окремим словом. Для вирішення цієї проблеми нейронна мережа повинна навчитися пристосовуватися до почерку окремої людини.

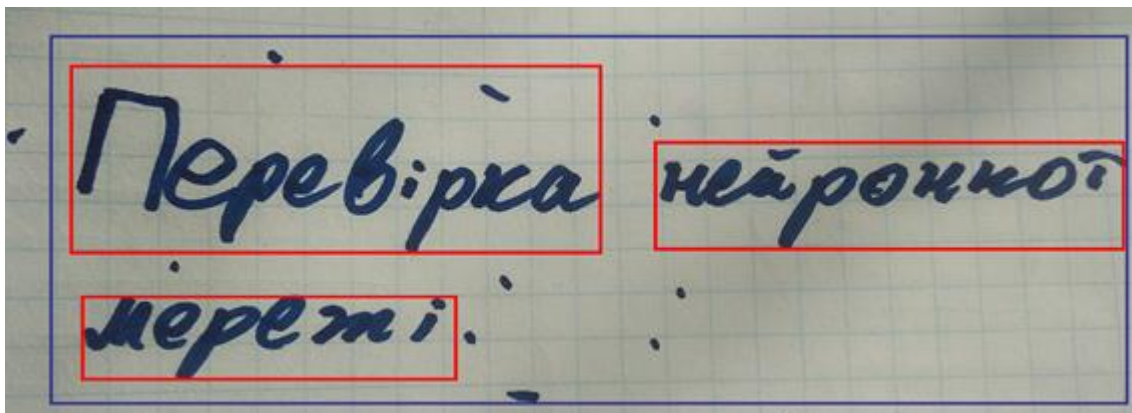


Рис. 3.3. Розпізнавання кожного окремого слова у тексті

3. Виявлення окремих літер у слові та розпізнавання на які печатні літери вони схожі. Складність даного етапу буде полягати тільки у почерку

кожної людини та виявлення основних рис кожної окремої літери у слові.



Рис. 3.4. Розпізнавання кожної окремої літери у слові

Перевірка розпізнавання кожного окремого слова робиться за допомогою виявлення зміни кольору та встановлення коефіцієнту жирності тексту, щоб можна було виявити особливі прикмети кожної літери. [3,4,5] Наприклад, для літери «в» основними прикметами є 2 круги. Щоб знайти ці 2 круги по перше потрібно виявити грані кожної літери. Наприклад на зображенні можна побачити де присутній напис ручкою, а де ні. По друге потрібно побудувати символ за допомогою лінії.

Робота виявлення та розпізнавання кожної літери не така і складна, але бувають моменти, коли приходить продумати як можна розрізнити для нейронної мережі такі букви як «Й» та «И» та інші. На жаль, такі моменти будуть виникати під час роботи системи доволі нерідко і на допомогу як раз приходить етап виявлення кожного окремого слова у реченні, що дає можливість виділити цілу область слова та побачити чи не пропустила нейронна мережа випадково який-небудь напис.

3.1.3 Алгоритм розпізнавання літери

Береться зображення літери з фотографії, яку ми взяли для обробки. Це зображення розділяється на рівномірні квадратні блоки, які потім аналізуються. Кожний блок множиться на матрицю ваг, а сам результат підсумовується. У свою чергу ці блоки поділяються на менші блоки і робляться певні обчислення. У свою чергу результат буде відображатися у вигляді вектору, який за своїми ознаками може проасоціюватися з необхідною літерою.

3.2 Вимоги до технічного та програмного забезпечення

Загальні вимоги до системи роботи з нейронною мережею не грають принципової різниці. Під час навчання нейронної мережі може знадобитися все одно багато часу і під час навчання не вдасться що-небудь ще робити паралельно. Це самий складний етап розробки нейронної мережі, тому вимоги до технічного забезпечення будуть сформульовані тільки для вже навченої нейронної мережі.

3.2.1 Вимоги до технічного забезпечення

З технічних вимог комп'ютерна система повинна мати наступні характеристики:

- процесор – 1.6 ГГц, 1 ядро ЦП або краще;
- оперативна пам'ять не менш ніж 1024 Мб;
- не менше ніж 1 ГБ ПЗУ;
- доступ до мережі Інтернет.

3.2.2 Вимоги до програмного забезпечення

З програмних вимог комп'ютерна система повинна мати наступні характеристики:

- базу даних PostgreSQL версії 10 або вище;
- Python версії 3.0 або вище;
- Операційну систему Linux або Windows.

Висновки по розділу

В даному розділі було описано архітектуру роботи програмного забезпечення для аналізу які проблеми вона може вирішити під час роботи нейронної мережі з вхідними даними.

Додатково було розглянуто сам алгоритм роботи мережі, на які етапи поділяється вказаний процес і на що потрібно звернути увагу під час налагодження та оптимізації вказано етапу.

Наприкінці було розглянуто системні та програмні вимоги до запуску самого додатку та які проблеми можуть виникнути, якщо вимоги не будуть цілком співпадати з зазначеними характеристиками.

РОЗДІЛ 4. МАРКЕТИНГОВИЙ АНАЛІЗ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

4.1 Опис ідеї проекту

Таблиця 4.1. Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Робочий додаток на мобільний пристрій завдяки якому можна фотографувати писемний текст на перевести його в електронний вигляд.	Туризм	Туристи можуть перекладати незнайомі текстові написи. Студенти можуть переводити конспект з зошиту на електронний пристрій і передавати його своїм одногрупникам.
	Навчання (комунікація між студентами)	
	Психологія	Психологи можуть обробляти текст, його почерк та зв'язати його з характером людини.

Таблиця 4.2. Опис ідеї стартап-проекту

№	Техніко-економічні характеристики ідеї	Продукція конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Дипломний проект	Google Translate	Adobe Reader			
1	Швидкість роботи	Повільна	Швидка	Середня	Безпосередня робота з базою даних	Простота архітектур и	Накопичення інформації в одному місці
2	Зручність використання	Відсутня	Зручно	Зручно	Відсутній зв'язок камери пристрою з нейронною системою	Розвиток UI має перспектив у через наявність API	Розроблений зовнішній вигляд для роботи через веб-сторінку
3	Вимоги до системи	Середні	Мінімальні	Середні	Відсутня оптимізація зі старими системами	Оптимізована робота через веб-додаток	Актуальність програми для нових систем через використання новітніх бібліотек
4	Кросплатформність	Відсутня	Наявна	Відсутня	Відсутня оптимізація для роботи через мобільні пристрої	Налаштована система для роботи через головні інструменти використання користувачами	Присутня оптимізація для роботи через популярні веб-браузери

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Таблиця 4.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Робота з накопиченим масивом інформації	Робота через API бази даних MNIST	База даних MNIST та API	Повністю відкрита для роботи з інформацією
2	Робота безпосередньо з інформацією, яку надає користувач	API для роботи з обробки зображень	Розроблені бібліотеки для роботи нейронної мережі	Повністю відкритий програмний код та використання готових бібліотек
3	Робота з накопиченим масивом і інформації та з інформацією безпосередньо користувача системи	Використання всіх вище технологій	База даних MNIST та API. Розроблені бібліотеки для роботи нейронної мережі	Повністю відкрита для роботи з інформацією. Повністю відкритий програмний код та використання готових бібліотек
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: 3				

Висновок: технологічна реалізація продукту – можлива, вибрана технологія №3, яка може нам допомогти розробити якісний продукт з використанням комбінації технологій, які працюють з великим відкритим масивом даних та обробкою зображень і зберігання результатів безпосередньо користувачем системи. Техніко-економічні характеристики через на початковому етапі будуть відставати від світових аналогів, які використовуються для іншого призначення та цілей.

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проєкту

Таблиця 4.4. Попередня характеристика потенційного ринку

№	Показники стану ринку	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн./ум.од	500
3	Динаміка ринку	Стагнація національної економіки. Темпи розвитку світової економіки позитивні, але з ознаками зменшення росту.
4	Наявність обмежень для входу	Відсутні. Конкуренти займають свої певні сфери, які висвітлюють функції, які вказані в дисертації стартапу, тільки як додаткові.
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Відсутні.
6	Середня норма рентабельності в галузі або по ринку, %	70

Висновок: враховуючи кількість головних гравців по ринку, зростаючу динаміку ринку, невелику кількість конкурентів та середню норму рентабельності можна зробити висновок, що на даний момент, ринок для входження стартап-продукту є привабливим та надає змогу реалізувати продукцію на світовому ринку, оскільки на національному ринку економічний розвиток не надає необхідного результату для вдалої економічної реалізації проєкту.

Таблиця 4.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Потреба комунікації між студентами та пересиланням наукового матеріалу один до одного при поганій якості джерела знань	Студенти	Стартап переважно буде виконувати функції пересилання конспекта з зошита на електронні пристрої іншим студентам	Зручність у використанні. Швидка робота системи. Спроможність швидко освоїти як користуватися системою. Можливість впроваджувати користувачам свій функціонал у систему для більшого розвитку проекту серед інших цільових аудиторій.
2	Потреба в дослідженні почерку людини з характером через знаходження спільних рис	Психологи	Стартап переважно може мати розвиток у напрямку розпізнавання зв'язку почерку людини з її характером	
3	Потреба в орієнтації в іноземній державі	Туристи	Стартап переважно може дати змогу туристам орієнтуватися в місцевості без знання іноземної мови.	

Таблиця 4.6. Фактори загроз

№	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Конкуренти	Наявність конкурентів котрі надають схожі рішення	Зменшення ціни на поставлену послугу; Розробка унікальних характеристик товару; Надання ліцензій на обслуговування
2	Кошти на розробку та підтримку продукту	Закінчення грошей та недостатнє фінансування	Залучення додаткових інвесторів, мотивація роботи на перспективу; Ітеративна розробка продукту задля покрокового виведення продукту на ринок та отримання відповіді користувачів
3	Вихід аналогу	Вихід аналогу даного товару може призвести до знецінення та безідейності даного товару	Вихід товару на ринок в коротші строки з не повною, але достатньою, функціональністю для зацікавлення усіх цільових аудиторій; Проведення рекламної компанії

Таблиця 4.7. Фактори можливостей

№	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Новий продукт	Вихід на ринок, Зменшення монополії, Надання нових рішень у сфері	Розробка нової функціональності; Вихід нової продукції на ринок; Надання різноманітних типів ліцензій в залежності від потреб користувача \ замовника.
2	Вихід аналогу	Надати продукт з певними характеристиками та можливостями що відсутні у компаній конкурентів	Аналіз ринку та користувачів задля задоволення їх потреб та надання функціональності у найкоротші строки за ціну, котра є дешевшою ніж у продуктів-замінників.
3	Зворотній зв'язок від користувачів	Можливість отримання необхідної інформації для вдосконалення продукту	Наявність вхідних даних та реакція на них з боку команди розробників задля задоволення потреб та бажань кінцевих користувачів.
4	Грошова винагорода за рекламу	При достатньому попиту на систему можлива комерціалізація продукту на основі реклами задля отримання грошової винагороди для подальшого розвитку продукту та оплати заробітної плати працівникам	Точкова комерціалізація продукту; Введення реклами; Ведення додаткових коштів у проект задля його подальшого розвитку.

Таблиця 4.9. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

№	Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1	Тип конкуренції: монополістична	Товар від кожної компанії на ринку, являється недосконалим замінником товару, реалізованого іншими фірмами; На ринку є умови для входу та виходу; Ціна корелює між суперниками;	Розробка продукту з характеристиками, які покривають сфери вживання що не покривають інші товари-замінники; Кореляція цін у відповідності до товарів замінників; Різні типи ліцензій.
2	Рівень конкурентної боротьби: світовий	Всі продукти замінники розроблялись інтернаціональними командами з різних куточків світу, продукти не належать до певної держави, а належать команді розробників	Вихід на ринок збуту продукту з клієнто-необхідною функціональністю; Налагодження маркетингу на основних Інтернет ресурсах задля охоплення великої кількості потенційних користувачів; Надання бета-версій продукту.

Закінчення таблиці 4.9

3	Галузева ознака: внутрішньогалузева	Даний тип продукту може використовуватися тільки у сфері розробки ІТ додатків \ продуктів	Надання зручного, інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу; Підтримка всім відомих методів взаємодії з середовищем розробки; Наявність документації та он-лайн підтримки.
4	Конкуренція за видами товарів: товарно-видова	Дана конкуренція – конкуренція між товарами одного виду.	Впровадження функціональності яка відсутня у товарів-замінників; Спрощення інтерфейсів; Надання підтримки.
5	Характер конкурентних переваг: цінова та не цінова	Цінові переваги – точкова комерціалізація; Не цінова – надання функціональності, що відсутня у товарах- замінниках.	Надання платних ліцензій лише на критично важливу функціональність для клієнта з певним строком підтримки, що зазначена у відповідній ліцензії; Впровадження унікальної функціональності.
6	За інтенсивністю: марочна	Наявність унікального знаку що відрізняє даний продукт від продуктів-замінників	Впровадження власної назви та власного знаку.

Таблиця 4.10. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Google Translate, Adobe Reader	ABBYY	Google Play, Apple Store	Форуми, точки продажу додатку	Продукція компанії ABBYY
Висновки	Прямі конкуренти намагаються сконцентруватися на інших напрямках своїх продуктів.	Потенційні конкуренти мають дуже специфічну клієнтуру до якої зазвичай входять корпоративні клієнти. Конкуренція може відбутися тільки продажах на корпоративний рівень клієнтів	Постачальники диктують умови збереження даних, які захищають приватність користувачів. Також постачальники не дають змогу зловживати етичними нормами.	Клієнти можуть диктувати умови на ринку тільки через повідомлення на форумах або в полі відгуків в точках продажу додатку.	Можливість введення стандартизації роботи алгоритмів розпізнавання тексту

Проаналізувавши можливості роботи на ринку з огляду на конкурентну ситуацію можна зробити висновок: оскільки кожний з існуючих продуктів не впливає у великій мірі на поточну ситуацію на ринку в цілому, кожний з існуючих продуктів має свою специфічну сферу використання та свої позитивні та негативні

сторони щодо рішення певних типів задач, то робота та вихід на даний ринок є можливою і реалізованою задачею.

Для виходу на ринок продукт повинен мати функціонал що відсутній у продуктів-аналогів, повинен задовольняти потреби користувачів, мати необхідний та достатній функціонал з конфігурування, підтримку зі сторони розробників та можливість розробки спеціального функціоналу за відповідною ліцензією.

Таблиця 4.11. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Прагматичність	Через запуск стартапу система буде не дуже складно з точки зору архітектури перший час. Через певний період із додаванням функціоналу та оптимізації алгоритмів роботи програмний код буде все складнішим. Такий етап наступить не раніше одного року постійної роботи над проектом.
2	Зручність	Оскільки стартап розробляється на багатьох платформах з різною шириною екранів, то зручність використання системи на різних пристроях буде відігравати не малу роль у спроможності конкурувати з іншими гравцями ринку.
3	Швидкість роботи	Швидкість роботи відіграє велику роль для користувачів, оскільки вони не будуть готові чекати декілька хвилин на виведення результату роботи додатку.

Продовження таблиці 4.11

4	Оптимізація	Якщо додаток буде дуже часто видавати помилки при роботі, то користувачі не будуть вважати додаток надійним.
5	Налаштування під користувача	Різні люди мають різні звички, які вони використовують, наприклад, якщо є люди, які люблять працювати за додатком де є темні кольори, а є такі люди, які люблять світлі кольори. Можливість редагувати зовнішній вигляд додатку надає значну перевагу серед конкурентів.
6	Відкритість вихідного коду	При наявності вихідного коду будь-який продукт має перспективи розвиватися у багатьох напрямках, особливо таких, які можуть бути неочевидні на перший погляд.
7	Приватність	В останні роки приватність людей та інформація щодо них все частіше зловживається шахраями або великими корпораціями, які потребують погодження з умовами доступу до приватної інформації та її обробки..
8	Технічна підтримка	Якщо технічна підтримка компанії буде працювати своєчасно та швидко, то це допоможе зберегти репутацію компанії на відміну від конкурентів, де їй не приділяють увагу.

Закінчення таблиці 4.11

9	Документація	Будь-який додаток, особливо якщо він має новий функціонал, повинен бути добре роз'яснений своїм користувачам та як його можна використовувати, щоб не мати проблем при подальшій роботі з ним.
10	Ціна	Чим дешевше товар, тим більше шансів що його можуть купити, особливо якщо він працює краще ніж конкурентний товар.

Таблиця 4.12. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін системи стартап-проекту

№	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з запропонованим						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Прагматичність	15	Google Translate	Adobe Reader	ABBYY				
2	Зручність	8			ABBYY	Adobe Reader	Google Translate		
3	Швидкість роботи	5					Adobe Reader	Google Translate	ABBYY
4	Оптимізація	5					Adobe Reader	Google Translate	ABBYY
5	Налаштування під користувача	10				ABBYY	Adobe Reader	Google Translate	

Закінчення таблиці 4.12

6	Відкритість вихідного коду	20	Google Translate	Adobe Reader	ABB YY				
7	Приватність	20	Google Translate	Adobe Reader	ABB YY				
8	Технічна підтримка	15			ABB YY	Adobe Reader	Google Translate		
9	Документація	15	Adobe Reader	Google Translate	ABB YY				
10	Ціна	15		Adobe Reader	ABB YY	Google Translate			

Таблиця 4.13. SWOT аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони (S):</p> <p>Прагматичність системи через її легкість роботи;</p> <p>Простота у використанні;</p> <p>Наявність відкритого вихідного коду;</p> <p>Збереження приватності інформації користувача.</p>	<p>Слабкі сторони (W):</p> <p>Неоптимізованість алгоритму;</p> <p>Швидкість роботи системи;</p> <p>Зручність.</p>
<p>Можливості (O):</p> <p>Зворотній зв'язок з клієнтурою компанії для спроможності розвивати проект в інші напрямки.</p>	<p>Загрози (T):</p> <p>Автономна робота алгоритмів на електронному пристрої;</p> <p>Складність роботи алгоритму при невиявлених випадках використання додатку.</p>

Таблиця 4.14. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Безкоштовне надання певного функціоналу у користування споживачам на обмежений термін	Головний ресурс – люди, даний ресурс - наявний	2-3 місяці
2	Реклама	Залучення власних коштів для реклами товару	1-2 місяці
3	Написання статей та опис товару на відомих ресурсах	Головний ресурс – час, даний ресурс - наявний	2-3 тижні
4	Презентація товару на хакатонах й інших ІТ заходах	Ресурс – час та гроші для участі, наявні	1-3 місяці

4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Таблиця 4.15. Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Студенти, які навчаються за денною формою навчання	Присятнуя	Середній	Майже відсутня	Легка
2	Психологи, які досліджують взаємозв'язок почерку людини з її характером	Відсутня	Низький	Відсутня	Важка
3	Туристи, які знаходяться в іноземній державі, де дуже незрозуміла для сприйняття мова	Присутня	Середній	Присутня	Середня
Які цільові групи обрано: 1, 3					

Відповідно до проведеного аналізу можна зробити висновок, що підходящою цільовою групою для розповсюдження даного програмного продукту є працівники студенти, викладачі та елементи вищої освіти в цілому. Відповідно до стратегії охоплення ринку збуту товару обрано стратегію масового маркетингу, оскільки для масової аудиторії в цілому надається стандартизований продукт з

можливістю розширення функціональності за домовленістю (відповідно до ліцензії).

Таблиця 4.16. Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Надання функціональності що відсутня у товарів-замінників, підтримка клієнтів	Проведення реклами, освітлення унікальної функціональності через інтернет ресурси та інші канали, контакт напряду з споживачами; формування лояльності і прихильності споживачів	Зниження ступеню замінності товару; Прихильність клієнтів; Відмітні властивості товару; Відмітні характеристики товару;	Стратегія диференціації

Таблиця 4.17. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, які?	Стратегія конкурентної поведінки
Ні, оскільки є товари-замінники, але дані товари замінники не мають деякого необхідного функціоналу	Так, ціль компанії знайти нових споживачів та, частково, забрати існуючих у конкурентів задля задоволення потреб останніх	Компанія частково копіює характеристики товару конкурента, основна ціль компанії розробка нового унікального функціоналу, з підтримкою основного функціоналу конкурентів	Стратегія заняття конкурентної ніші

Таблиця 4.18. Визначення стратегії позиціонування

№	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту
1	Зручність	Диференціація	Спроможність економити час на вивченні навчального матеріалу	Спроможність легко списувати конспект
2	Відкритість вихідного коду	Диференціація	Перспектива розвитку проекту	Розвиток в науці
3	Документація	Заняття конкурентної ніші	Можливість краще орієнтуватися в іноземній державі	Перекладач

Відповідно до проведеного аналізу можна зробити висновок, що стартап-компанія вибирає як базову стратегію розвитку – стратегію диференціації, як базову стратегію конкурентної поведінки – стратегію заняття конкурентної ніші.

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 4.19. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Орієнтація в просторі в іноземній державі	Переклад писемного тексту	Переклад рукописного писемного тексту
2	Передавання рукописних текстів	Можливість переводити рукописний текст на електронний пристрій	Відсутність аналогів
3	Дослідження щодо кореляції характеру людини з її почерком	Можливість розвивати науку та вписати своє ім'я в історію	Відкритий вихідний код

Таблиця 4.20. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
1. Товар за задумом	Система розпізнавання рукописних текстів		
2. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх/Тл/Е/Ор
	Зручність	Нм	Е
	Швидкість роботи	Нм	Тх
	Оптимізація	Нм	Тх
	Ціна	Нм	Е
	Документація	Нм	Тл
	Технічна підтримка	Нм	Тх
	Приватність	Нм	Тх
	Налаштування під користувача	Нм	Ор
3. Товар із підкріпленням	До продажу: наявна повна документація, акції на придбання декількох ліцензій, знижки для певних сегментів на покупку товару		
	Після продажу: додаткова підтримка спеціалістів налаштування, підтримка з боку розробника		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: захист інтелектуальної власності, патент			

Таблиця 4.21. Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
500 – 1000 грн./од.	1000 – 2000 грн./од.	6 000 – 15 000 грн./міс.	300 – 700 грн./од.

Таблиця 4.22. Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Студенти будуть купувати продукт групами. Психологи будуть купувати товар на корпоративному рівні. Туристи будуть купувати товар поодинці.	Можливість скачувати додаток влюбий час, у будь-якому місці.	2 рівня (посередник + клієнт)	Роздріб

Таблиця 4.23. Концепція маркетингових комунікацій

№	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Студентство	Форуми, приватні зустрічі з компанією розробником	Навчання	Показати можливість користування продукцією для клієнта	Рекламне звернення спрямовано до потенційних клієнтів, де показуються плюси користування системою
2	Психологи		Дослідження	Показати перспективу користування системою	
3	Туристи		Туризм	Показати можливість користування продукцією для клієнта	

Як результат було створено ринкову (маркетингову) програму, що включає в себе визначення ключових переваг концепції потенційного товару, опис моделі товару, визначення меж встановлення ціни, формування системи збуту та концепцію маркетингових комунікацій.

Висновки по розділу

В четвертому розділі описано стратегії та підходи з розроблення стартап-проекту, визначено наявність попиту, динаміку та рентабельність роботи ринку, як висновок було вказано що існує можливість ринкової комерціалізації проекту. Розглянувши потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції та конкурентоспроможність проекту було встановлено що проект є перспективним. Розглянуто та вибрано альтернативу впровадження стартап-проекту та доведено доцільність подальшої імплементації проекту.

ВИСНОВКИ

Нейронні мережі являють собою систему, яка може допомогти вирішити багато питань, які раніше могли вирішуватися тільки людиною. До таких можна віднести випадки розпізнавання об'єктів на зображенні або спрогнозувати погоду, курс валют, соціальну поведінку.

В магістерській дисертації було зроблено аналіз використання нейронної мережі на різних комп'ютерних системах та різних програмних засобах, які будуть працювати під час використання нейронної мережі для розпізнавання писемних символів.

Додатково в дисертації була проаналізована модель роботи системи з розпізнавання писемних символів та шляхи оптимізації етапів роботи системи при неправильних вхідних даних. Алгоритм розпізнавання тексту можна вдосконалювати за допомогою збільшення кількості випробувань даної системи. Важливу частину роботи такої системи буде відігравати оптимізація алгоритму обробки фотографії з текстом.

Робота алгоритму розпізнавання тексту може мати багато сфер, де вона має шанс бути використаною та розширеною для роботи з іншими мережами. Одразу можна сказати що це роботи з розпізнавання тексту незнайомої для людини мови та її перекладом на знайому мову або рано чи пізно буде розроблена система яка описує характер людини через її почерк.

Загалом якщо говорити про нейронні мережі, то вони мають перспективи використання в усіх сферах життя людини. Наприклад якщо ми будемо говорити про проект розумного дому, де система буде підлаштовуватися під життя людини та оброблювати такі вхідні дані як час, температура та вологість повітря, голос

людини та інше, а на виході результатом буде коректна робота даної системи, що може полегшити життя людини.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Визначення нейронної мережі [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.frontiersin.org>
2. Визначення нейронної мережі [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://deeptai.org>
3. Плюси та мінуси використання MVC [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://eprints.zu.edu.ua/24822/1/Soga_APSI2017.pdf
4. Кононюк А.Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми. Київ, 2008. 446 с.
5. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. 2006. 1104 с.
6. Wang T., Wu D., Coates A. End-to-End Text Recognition with Convolutional Neural Networks. 2012. 60 p.
7. Bishop C. Pattern Recognition and Machine Learning. 2006. 758 p.
8. Raschka S. Python Machine Learning. 2005. 456 p.
9. Locascio N. Fundamentals of Deep Learning. 2017. 298 p.
10. Whitely D. Genetic Algorithms and Neural Networks: Optimizing Connections and Connectivity. 1990. 361 p.
11. Rashid T. Make Your Own Neural Network. 2016. 222 p.
12. Rogers J. Object-Oriented Neural Network in C++. 1997. 310 p.
13. Хинтон Д. Как обучаются нейронные сети. 1992. 107 p.
14. Ouyang W. Joint Deep Learning for Pedestrian Detection. 2013. P. 2046-2063. DOI: 10.1109/ICCV.2013.257.
15. Enzweiler M. Monocular Pedestrian Detection: Survey and Experiments. 2009. Vol. 31(12). P. 2169-2195. DOI: 10.1109/TPAMI.2008.260.

16. Dalal N., and Triggs B. Histograms of oriented gradients for human detection. In Computer Vision and Pattern Recognition. 2005. vol. 1, P. 876–893.
17. Felzenszwalb P., Felzenszwalb F. and Huttenlocher D., Huttenlocher P. Efficient graphbased image segmentation. International journal of computer vision 59. 2004. P. 167–181.
18. Соколенко Д.Г., Корнага Я.І. Система розпізнавання писемних символів за допомогою нейронної мережі. Вчені записки Таврійського Національного Університету Імені В.І. Вернадського. Том 29 (68) №5 2018 частина 2. С. 56 – 60.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

UML діаграма класів додатку

ДОДАТОК Б

UML діаграма класів обробки зображення

ДОДАТОК В

Схема роботи нейронної мережі

ДОДАТОК Г

Структура бази даних

ДОДАТОК Е

Інтерфейс додатку

ДОДАТОК Е

Результати експериментів

Структура бази даних

User	
PK	<u>user id</u>
VARCHAR	username
VARCHAR	password

letter	
PK	<u>letter id</u>
VARCHAR	letter
VARCHAR	count

letter_to_image	
PK	<u>letter to image id</u>
FK	<u>letter id</u>
FK	image_id

image	
PK	<u>image id</u>
VARCHAR	image

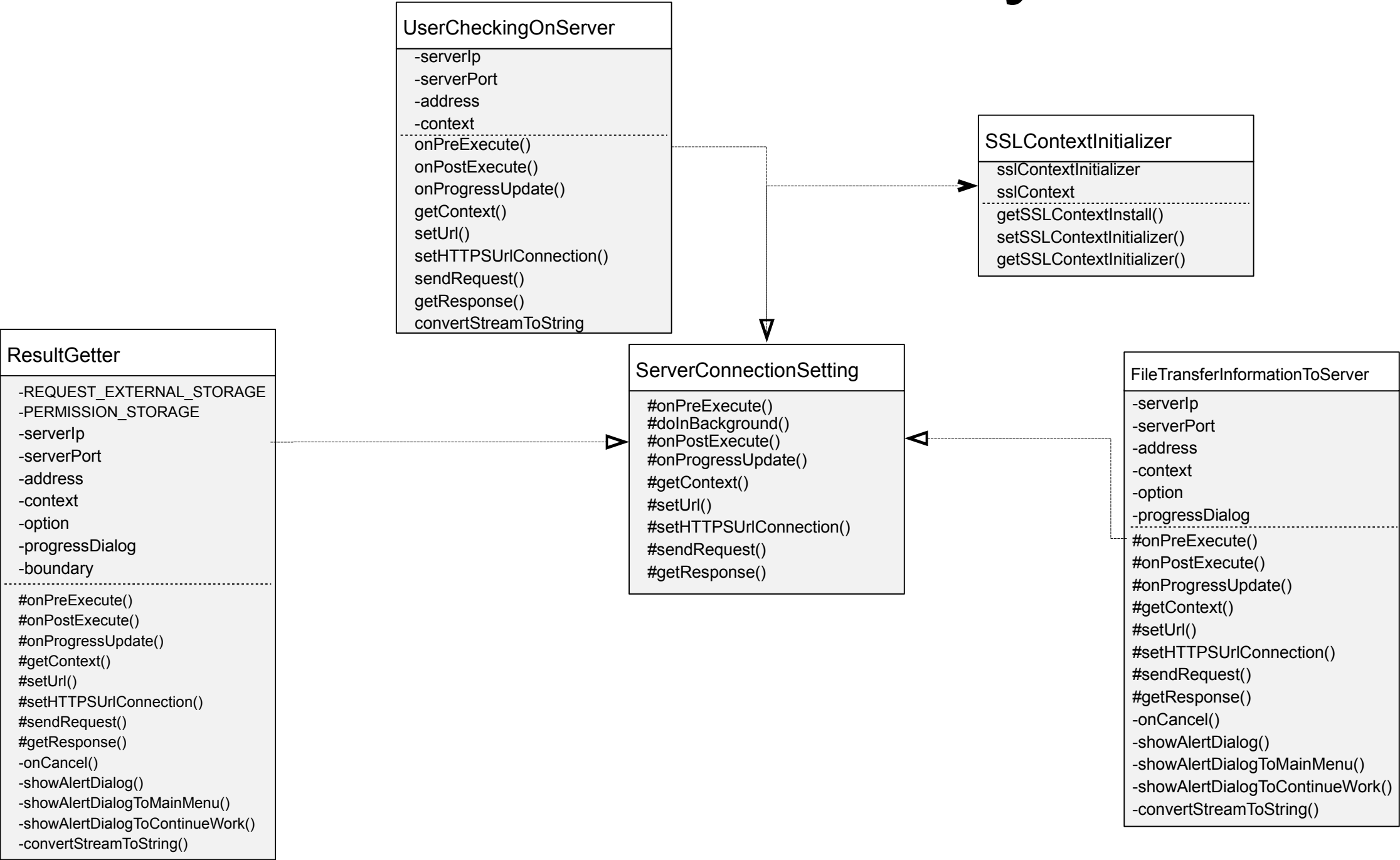


Демонстраційний плакат №__
до магістерської дисертації на тему
„Система розпізнавання писемних символів за допомогою нейронної мережі”

Розробив: _____

Прийняв: _____

Схема класів вибору зображення на додатку



Демонстраційний плакат №__
до магістерської дисертації на тему
„Система розпізнавання писемних символів за допомогою нейронної мережі”
Розробив: _____
Прийняв: _____

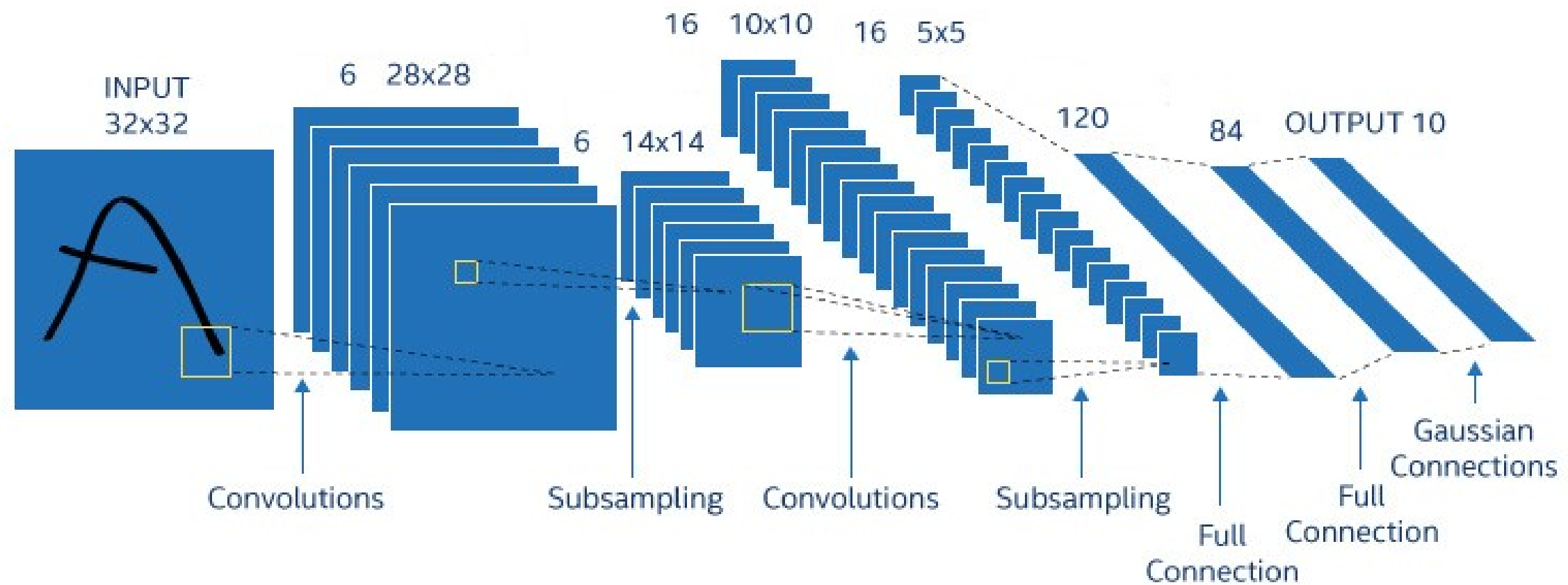
Схема класів обробки зображення



Демонстраційний плакат №__
до магістерської дисертації на тему
„Система розпізнавання писемних символів за допомогою нейронної мережі”

Розробив: _____
Прийняв: _____

Схема роботи нейронної мережі

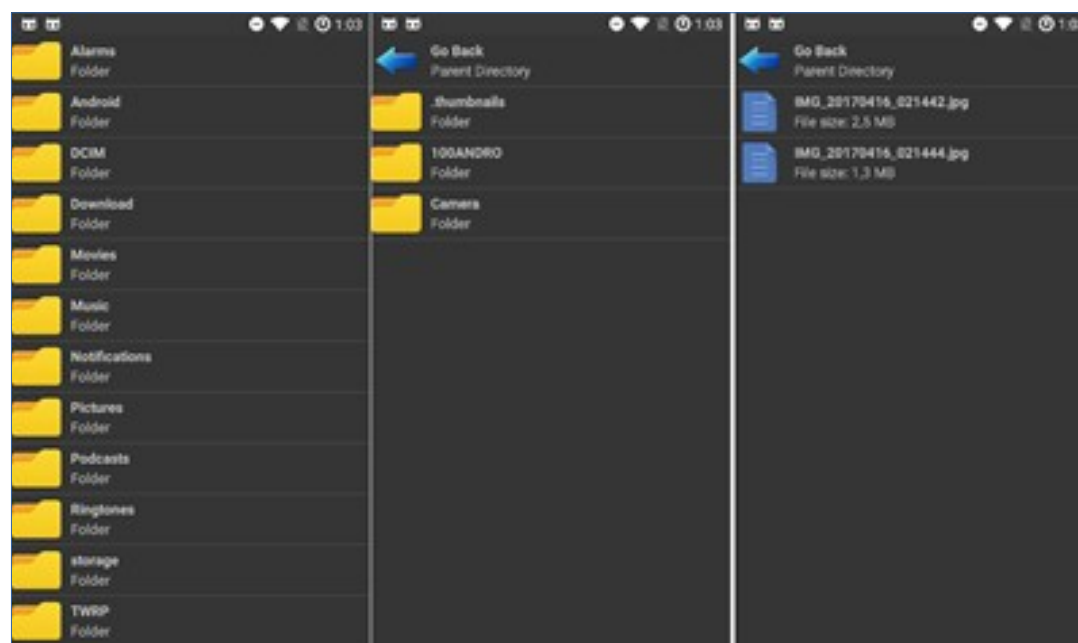
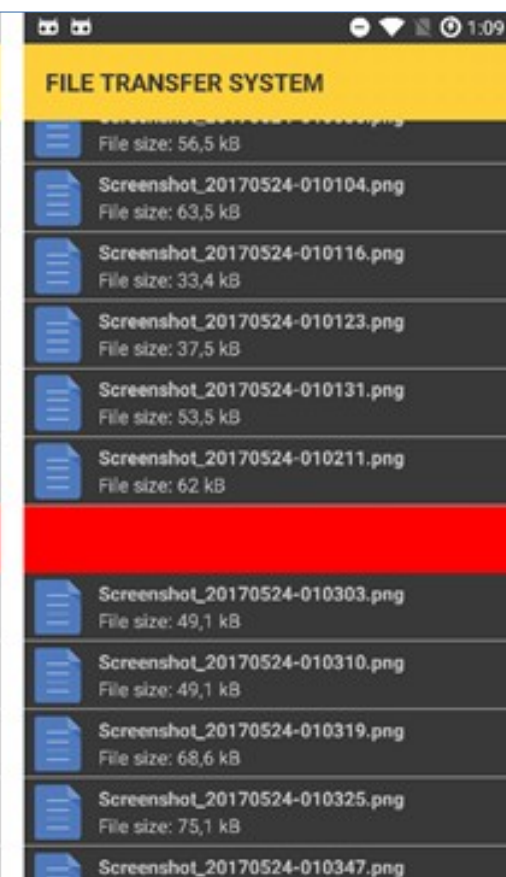
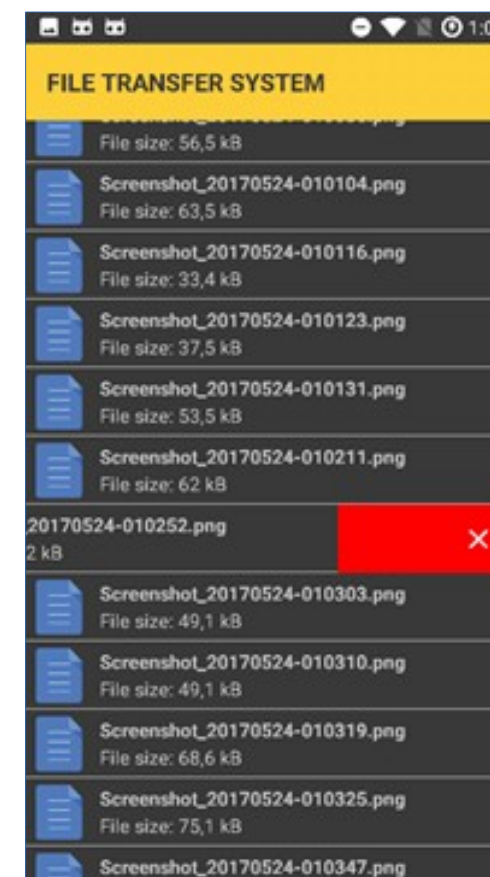
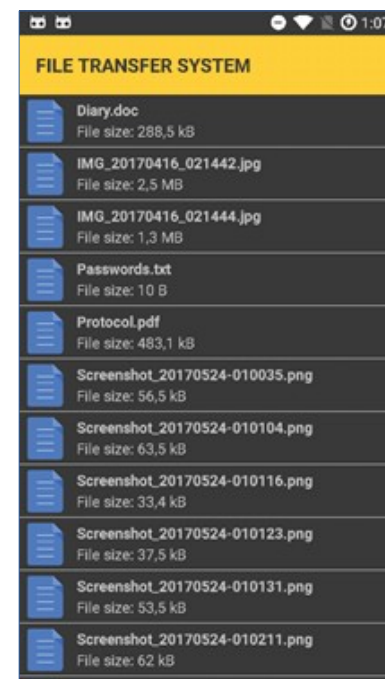


Демонстраційний плакат №__
до магістерської дисертації на тему
„Система розпізнавання писемних символів за допомогою нейронної мережі”

Розробив: _____

Прийняв: _____

Інтерфейс додатку вибору зображення для обробки нейронною мережею

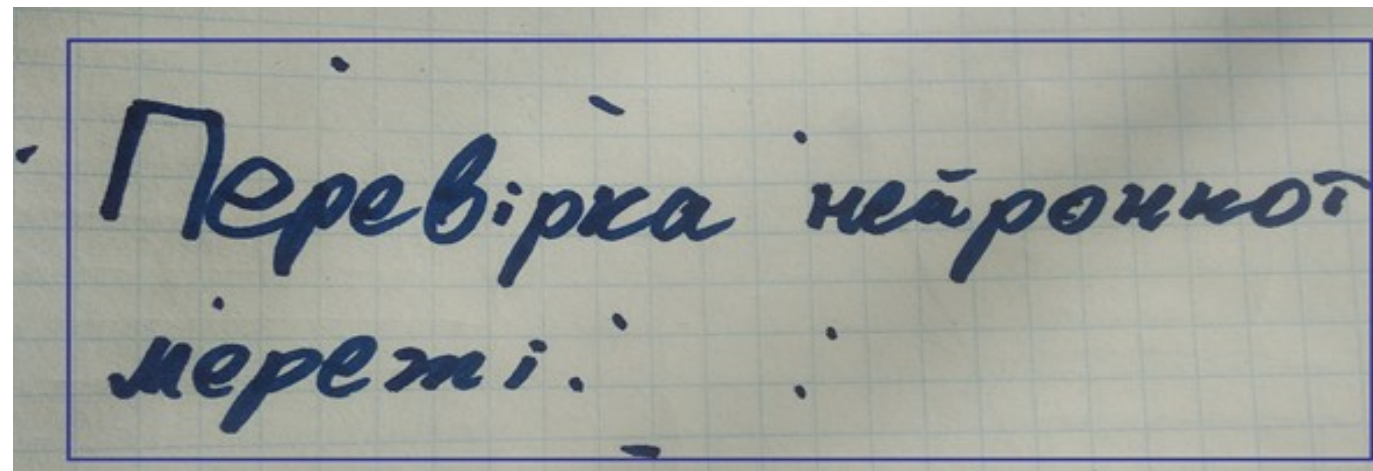


Демонстраційний плакат №__
до магістерської дисертації на тему
„Система розпізнавання писемних символів за допомогою нейронної
мережі”

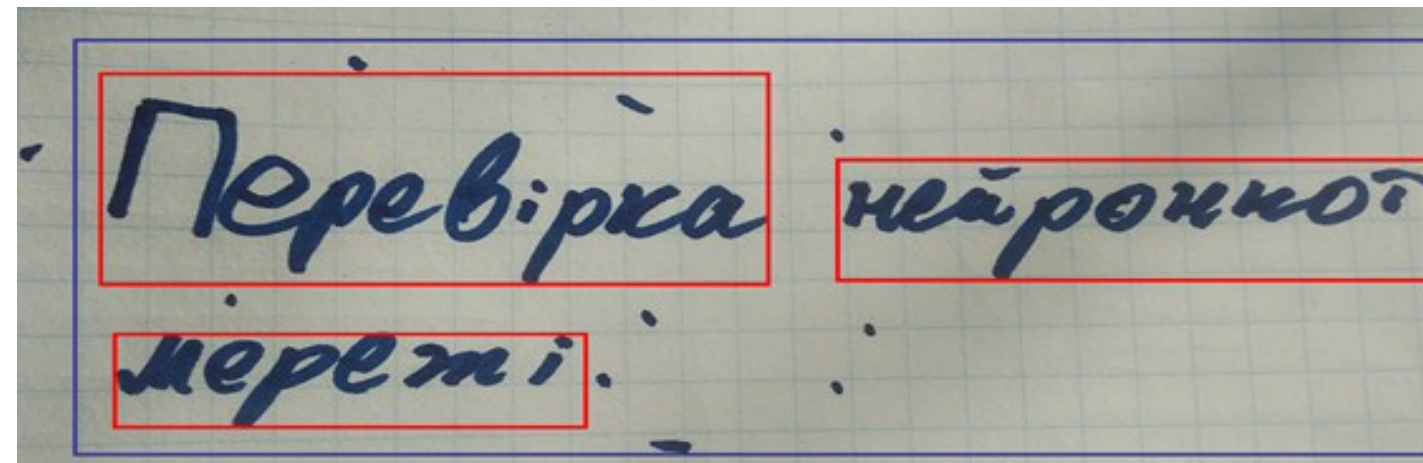
Розробив: _____

Прийняв: _____

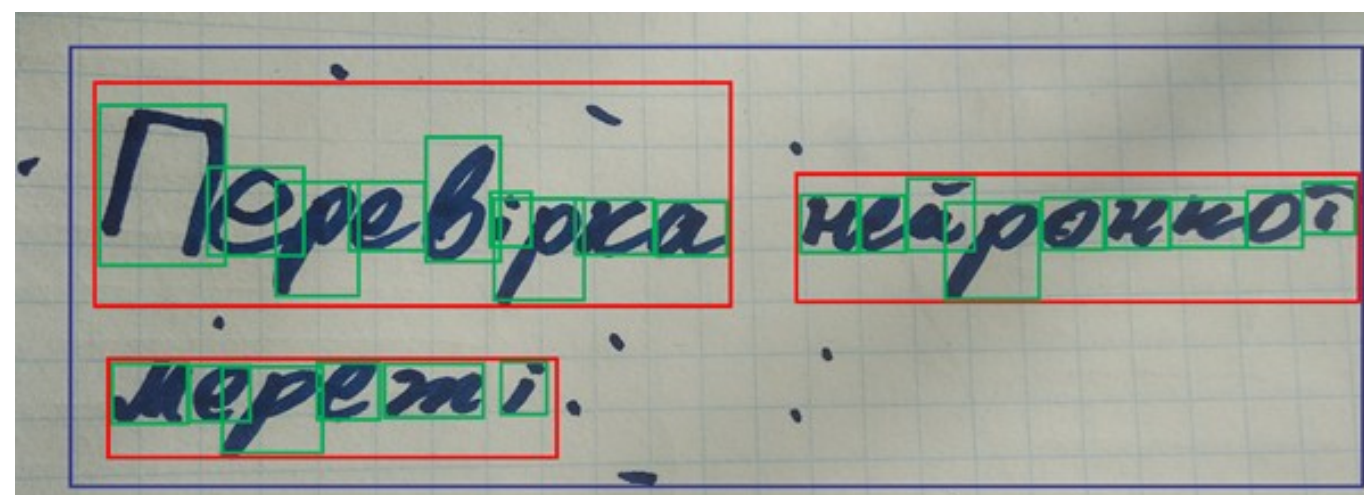
Результати експериментів



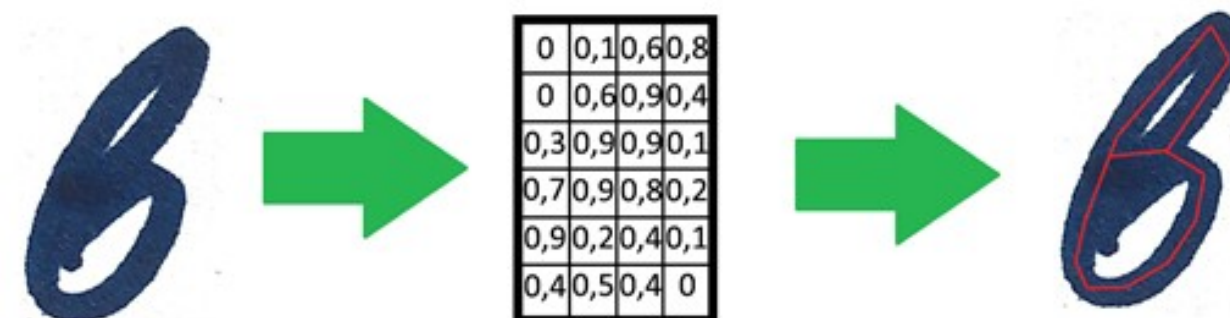
Розпізнавання області тексту



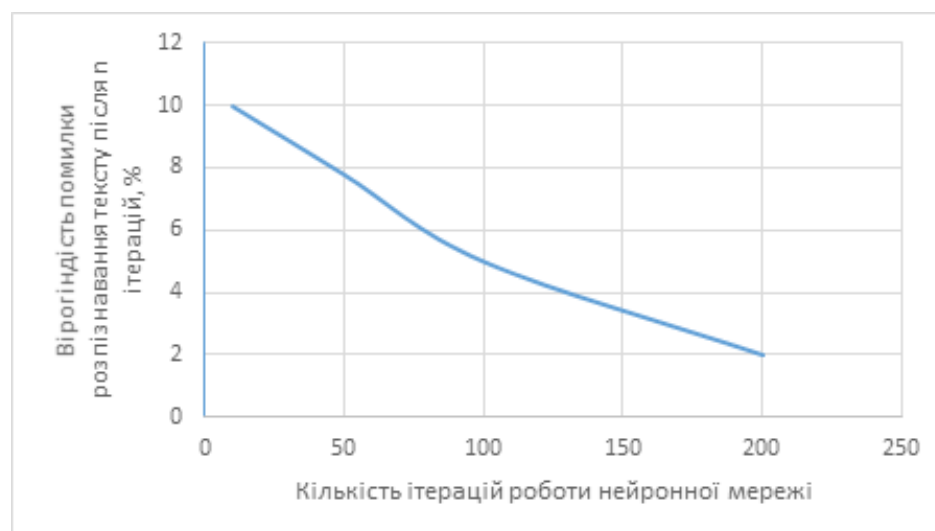
Розпізнавання окремих слів тексту



Розпізнавання літер у словах



Розпізнавання на літері основних прикмет



Залежність кількості помилок роботи від навчання нейронної мережі

Демонстраційний плакат №__
до магістерської дисертації на тему
„Система розпізнавання писемних символів за допомогою нейронної мережі”

Розробив: _____

Прийняв: _____